ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS DE A CORUÑA

FUNDACIÓN DE LA
INGENIERÍA CIVIL
DE GALICIA

Línea de alta velocidad Lugo – Ourense. Tramo de acceso a Lugo

High speed line Lugo – Ourense. Stretch of railroad of access to Lugo

Hervé Sancosmed Rodil

OCTUBRE 2016

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN TECNOLOGÍA DE LA INGENIERÍA CIVIL – TRABAJO DE FIN DE GRADO

DOCUMENTO NÚMERO 01: MEMORIA

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO NÚMERO 01: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº01: TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

ANEJO Nº02: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº03: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº04: IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO Nº05: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO Nº06: PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

ANEJO Nº07: TRAZADO

ANEJO Nº08: EXPROPIACIONES

DOCUMENTO NÚMERO 02: PLANOS

PLANO 01: PLANO DE SITUACIÓN

PLANO 02: PGOM. AFECCIONES AL SUELO

PLANO 03: TRAMO COMÚN: ESTACIÓN FFCC – LOUZANETA

PLANO 04: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD

PLANO 05: SECCIÓN TIPO

DOCUMENTO NÚMERO 03: PRESUPUESTO

MEDICIONES AUXILIARES

MEDICIONES

PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ÍNDICE DOCUMENTO NÚMERO 01: MEMORIA

1. Memoria descriptiva 01

2. Memoria justificativa 08

ANEJO Nº01: Topografía y cartografía 09

ANEJO Nº02: Estudio de alternativas 27

ANEJO Nº03: Geología y geotecnia 116

ANEJO Nº04: Impacto ambiental 140

ANEJO Nº05: Hidrología y drenaje 153

ANEJO Nº06: Plataforma y superestructura 177

ANEJO Nº07: Trazado 186

ANEJO Nº08: Expropiaciones 252

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Introducción 03

2. Objeto del anteproyecto 03

3. Situación actual 03

4. Justificación de la solución adoptada 03

5. Análisis del problema 04

5.1. Cartografía y topografía 04

5.2. Geología y geotecnia 04

5.3. Impacto ambiental 04

5.4. Hidrología y drenaje 04

5.5. Plataforma y superestructura 05

5.6. Trazado 05

5.7. Expropiaciones 05

6. Presupuesto 05

7. Documentos que integran el anteproyecto 05

8. Conclusión 06

1. INTRODUCCIÓN:

El presente anteproyecto titulado "*Línea de alta velocidad Lugo – Ourense. Tramo de acceso a Lugo*", se redacta con la intención fundamental de completar la formación y requisitos exigidos para la obtención del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la universidad de A Coruña.

El contenido del mismo se estructura en tres documentos: memoria, planos y presupuesto; que definirán, valorarán y justificarán todos los aspectos relacionados con la construcción de la obra proyectada.

Al tratarse de un anteproyecto de índole académica, es necesario mencionar que algunos de los datos de partida para la redacción del mismo carecen del rigor necesario para su correcta redacción, así pues en diversas situaciones se han tenido que realizar ciertas hipótesis y simplificaciones. A pesar de esto, se pretende que la información en la que se basa el presente texto sea lo más verídica posible y la redacción del mismo se ha realizado respetando los aspectos técnicos fundamentales.

2. OBJETO DEL ANTEPROYECTO:

En la actualidad, la infraestructura ferroviaria de la provincia de Lugo es escasa y anticuada en la mayor parte de su trazado, lo cual supone un inconveniente para la población de dicha ciudad, la cual experimentó un gran crecimiento en la última década.

Por todo ello, se plantea el diseño de un nuevo corredor que comunique las ciudades de Lugo y Ourense a través de los pueblos de Sarria y Monforte de Lemos, con el fin de crear un eficiente sistema de transporte que permita conectar a Lugo con el resto de la meseta a través de la ciudad de Ourense de una forma eficiente y segura.

Dicho anteproyecto se centra en el diseño de un primer tramo, consistente en una nueva línea de Alta Velocidad la cual ofrece un servicio de acceso a la ciudad de Lugo. Por ello, se pretende dar una solución que permita cumplir con los parámetros geométricos y técnicos necesarios para garantizar unas condiciones de comodidad y seguridad óptimas para el usuario.

3. SITUACIÓN ACTUAL:

Lugo es la capital de provincia de España peor comunicada por tren. La vía actual de acceso a la ciudad pertenece a la línea León – A Coruña. Se trata de una línea de ferrocarril de 428,2 kilómetros de longitud que pertenece a la red ferroviaria española. Une la Meseta con Galicia por el Este recorriendo las provincias de León, Ourense, Lugo y A Coruña. Siguiendo la catalogación de Adif es la línea 800.

Según la Declaración de la Red de Adif en su actualización de 2013, la línea está electrificada a 3 kV de corriente continua mediante hilo aéreo entre León y Monforte de Lemos, así como a 25 kV de corriente alterna en la estación de A Coruña, siendo ésta de vía única.

En lo referente a la señalización, toda la línea está dotada de Control de Tráfico Centralizado (CTC), con Bloqueo Automático de Vía Única (BAU) entre León y Monforte de Lemos y Bloque de Liberación Automática en Vía Única (BLAU) entre Monforte de Lemos y A Coruña.

Dicha vía actual no está adaptada a la Alta Velocidad en el tramo de acceso a Lugo debido a incompatibilidades en diferentes parámetros geométricos.

Debido a todo ello, se plantea la solución de disponer la vía actual, de ancho ibérico (1.668 mm) y velocidad de proyecto 80 km/h para el tráfico de mercancías y el nuevo trazado de Alta Velocidad para el uso exclusivo de pasajeros.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA:

Se han planteado tres alternativas distintas con el fin determinar cuál de ellas es la más idónea para desarrollar el presente anteproyecto.

Los aspectos que se han tenido en cuenta para la elección de la solución a desarrollar han sido:

- **Aspectos relativos al trazado**: Se ha comparado el trazado en planta y en alzado de cada una de las alternativas presentadas. Se ha tenido en cuenta: Longitud del tramo, velocidad de proyecto y tiempos de recorrido, radios mínimos, pendientes máximas y mínimas, parámetros de acuerdos verticales y longitud de viaductos.

- **Aspectos medioambientales**: El mayor o menor impacto de cada alternativa será función del volumen de diagrama de masas, contaminación acústica, afección a ríos, creación del efecto barrera y protección del patrimonio histórico.
- **Aspectos sociales**: Valoran la afección a los núcleos urbanos y la funcionalidad futura; es decir, la repercusión social sobre las propiedades próximas a la traza.
- **Aspectos económicos**: En este apartado se contabiliza el coste de la construcción de la línea de ferrocarril teniendo en cuenta las principales partidas que diferencian unas alternativas de las otras.

En el *Anejo número 02: Estudio de Alternativas* se desarrollan los métodos multicriterio empleados para elegir la solución óptima entre las tres posibilidades, quedando así suficientemente justificada la elección de la **ALTERNATIVA 2**.

5. ANÁLISIS DEL PROBLEMA:

5.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA:

Para la resolución de este anteproyecto se ha recurrido a una cartografía de la zona a escala 1/5.000 facilitada por la Xunta de Galicia.

El área cartografiada abarca una superficie aproximada de 50 Hectáreas, comprendiendo el tramo de Alta Velocidad desde la estación de ferrocarril de la ciudad de Lugo, situada al sur, hasta un punto final situado a una distancia aproximada de 4 kilómetros del pueblo de O Corgo.

En el correspondiente *Anejo número 01: Cartografía y Topografía*, se explican con más detalle los pasos seguidos para la obtención de la superficie cartografiada.

5.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA:

La línea de ferrocarril objeto de este proyecto atraviesa la Serie de Villalba del Cámbrico y Precámbrico. Esta serie está caracterizada en la zona por la presencia de rocas de composición político-grauváquica con intercalaciones esporádicas margosas (esquistos, esquistos micacíticos y esquistos cuarzofeldespáticos).

En cuanto a las características geotécnicas de la zona, el sustrato está fundamentalmente constituido por filitas y pizarras de pequeño recubrimiento. El sustrato tiene capacidad de carga alta, sin peligro de asientos

El conjunto del sustrato es fundamentalmente impermeable, de modo que la posibilidad de existencia de agua subterránea es muy escasa, y siempre asociada a accidentes de tipo local como fracturas o buzamientos.

En el *Anejo número 03: Geología y Geotecnia* se detallan las condiciones del terreno que sirve como sustento de la nueva explanada.

5.3. IMPACTO AMBIENTAL:

Este estudio tiene por objeto determinar los efectos sobre el medio ambiente debidos a las actuaciones contempladas en este anteproyecto.

El marco legal para la definición del contenido del mismo se fundamentará en la Legislación Europea, Nacional y Autonómica en materia de evaluación ambiental.

La metodología que seguirá el presente estudio se resume en las ideas siguientes: descripción del proyecto, identificación de los impactos ambientales y determinación de las medidas correctoras.

En el *Anejo número 04: Impacto Ambiental* se concretan todos los condicionantes y medidas de corrección adoptadas para la nueva línea de Alta Velocidad.

5.4. HIDROLOGÍA Y DRENAJE:

En cuanto a las características hidrológicas de la zona de interés, el conjunto del sustrato es fundamentalmente impermeable, de modo que la posibilidad de existencia de agua subterránea es muy escasa. Debido a este carácter impermeable del conjunto, la lluvia útil vierte prácticamente en su totalidad en las subcuencas hidrográficas por escorrentía superficial.

En relación con el drenaje, la cuneta escogida es trapezoidal de 0,5 metros de ancho, con pendiente 1H:2V en el lado contiguo a la carretera y 1H:2V en el lado contrario, y con una profundidad de 0,2 metros. Toda esta información aparece extensamente detallada en el *Anejo número 05: Hidrología y Drenaje.*

5.5. PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA:

El dimensionamiento de las secciones de la superestructura se ha realizado de acuerdo con el método de dimensionado establecido por la *ficha UIC-719*, que permitirá definir los espesores y características de las capas de subbalasto y balasto en función de las características de la nueva plataforma.

La intensidad media diaria de ferrocarriles pesados prevista para la nueva vía en el año de la puesta en servicio es de 18.850 t/día, correspondiente a una categoría 5 según la norma *"UIC 714 – Classification of lines for the purpose of track maintenance"* .

La superestructura para nuestro anteproyecto, tendrá la siguiente composición: 40 centímetros de capa de forma, 30 centímetros de subbalasto y 30 centímetros de balasto.

En el correspondiente *Anejo número 06: Plataforma y Superestructura*, se justifica y se muestra como se han llegado a todas estas conclusiones.

5.6. TRAZADO:

Según las especificaciones de las *Instrucciones y recomendaciones para la redacción de proyectos de plataforma IGP – 3* en su última revisión del año 2011, se han adoptado los siguientes parámetros, teniendo en cuenta que la línea de ferrocarril de estudio está diseñada con una velocidad de proyecto de 240 Km/h:

- Velocidad de proyecto: 240 km/h
- Terreno ondulado
- Radio mínimo normal: 3.100 m
- Radio mínimo excepcional: 2.650 m
- Valores de acuerdos verticales mínimos : 21.000 m
- Sección tipo : plataforma de 14 m
- Inclinación máxima de la rasante: 25‰

Los datos del trazado, tanto en planta como en alzado, de la alternativa a proyectar se detallan en el *Anejo número 07: Trazado* y en sus correspondientes apéndices.

5.7. EXPROPIACIONES:

Uno de los principales objetivos, a la hora de elegir las alternativas, fue no expropiar los bienes inmuebles que se encuentran tanto en el tramo inicial como en el final de línea de ferrocarril.

En el *Anejo número 08: Expropiaciones* se detalla la superficie total de los terrenos necesarios para la construcción de la alternativa elegida, aplicándose un precio medio por metro cuadrado expropiado según el tipo de suelo afectado.

6. PRESUPUESTO:

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y OCHO MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS (48.458.475,20€).

Asciende el presupuesto base de licitación con I.V.A. a la expresada cantidad de SESENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (69.775.358,44€).

7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO:

DOCUMENTO NÚMERO 01: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA
MEMORIA JUSTIFICATIVA
- ANEJO Nº01: TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
- ANEJO Nº02: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO Nº03: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- ANEJO Nº04: IMPACTO AMBIENTAL
- ANEJO Nº05: HIDROLOGÍA Y DRENAJE
- ANEJO Nº06: PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA
- ANEJO Nº07: TRAZADO
- ANEJO Nº08: EXPROPIACIONES

DOCUMENTO NÚMERO 02: PLANOS

PLANO 01: PLANO DE SITUACIÓN
PLANO 02: PGOM. AFECCIONES AL SUELO
PLANO 03: TRAMO COMÚN: ESTACIÓN FFCC – LOUZANETA
PLANO 04: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
PLANO 05: SECCIÓN TIPO

DOCUMENTO NÚMERO 03: PRESUPUESTO

MEDICIONES AUXILIARES
MEDICIONES
PRESUPUESTO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO

8. CONCLUSIÓN:

Considerando que el presente anteproyecto *"Línea de alta velocidad Lugo – Ourense. Tramo de acceso a Lugo"* ha sido redactado conforme a la legislación y normativa en vigor se eleva su aprobación al Tribunal de Proyectos Fin de Grado.

A Coruña, a 14 de Octubre de 2016.

El autor del proyecto:

Hervé Sancosmed Rodil

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ÍNDICE MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº01: Topografía y cartografía 09

ANEJO Nº02: Estudio de alternativas 27

ANEJO Nº03: Geología y geotecnia 116

ANEJO Nº04: Impacto ambiental 140

ANEJO Nº05: Hidrología y drenaje 153

ANEJO Nº06: Plataforma y superestructura 177

ANEJO Nº07: Trazado 186

ANEJO Nº08: Expropiaciones 252

ANEJO Nº01: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 01: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

1. Introducción 01

2. Cartografía 01

3. Topografía 01

4. Entidades y rotulación 01

Apéndice 01: *Cartografía general* 02

Apéndice 02: *Hojas cartográficas* 04

1. INTRODUCCIÓN:

El objeto principal del presente anejo es introducir las herramientas e información utilizadas para obtener la cartografía representativa del ámbito geográfico de actuación del trazado de la línea de Alta Velocidad.

2. CARTOGRAFÍA:

La cartografía que se ha empleado ha sido la facilitada por la Xunta de Galicia, perteneciente a la *Base Topográfica 2003*, a escala 1/5.000. En concreto, se han empleado las hojas pertenecientes a los municipios de Lugo y O Corgo con la siguiente numeración:

LUGO	O CORGO
0072A - 0808	0098A - 0202
0073A - 0108	0098A - 0203
0097A - 0801	0098A - 0204
0098A - 0101	0098A - 0205
0098A - 0102	0098A - 0104
0098A - 0103	
0098A - 0201	

El montaje se realizó con el programa comercial Autodesk AutoCAD v2017. La superficie total cartografiada abarca aproximadamente 50 km^2.

Además de la cartografía anterior, se han utilizado mapas pertenecientes al *Instituto Geográfico Nacional* (IGN):

- Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.
- Modelo Topográfico Nacional (Ráster) 1:25.000

3. TOPOGRAFÍA:

El trazado de Alta Velocidad parte desde la actual estación de ferrocarril de la ciudad de Lugo. La ciudad se encuentra en una colina rodeada por el río Miño y los regatos Rato y Chanca. La diferencia de altitud entre el centro de la ciudad y las márgenes fluviales es de cierta consideración, ya que mientras en el centro la altitud es de 465 metros sobre el nivel del mar, en el Miño, a la altura del Paseo Fluvial, la altitud es de 364 metros.

Más allá de la ciudad, ubicado en el sector oriental de la comarca de Lugo, el relieve se caracteriza por una extensa zona de erosión o penillanura. La mayoría del territorio es de naturaleza granítica. Esto deriva en una topografía ondulada, con una altitud media entre los 400 y 500 metros, que se mantiene a través del municipio de O Corgo.

4. ENTIDADES Y ROTULACIÓN:

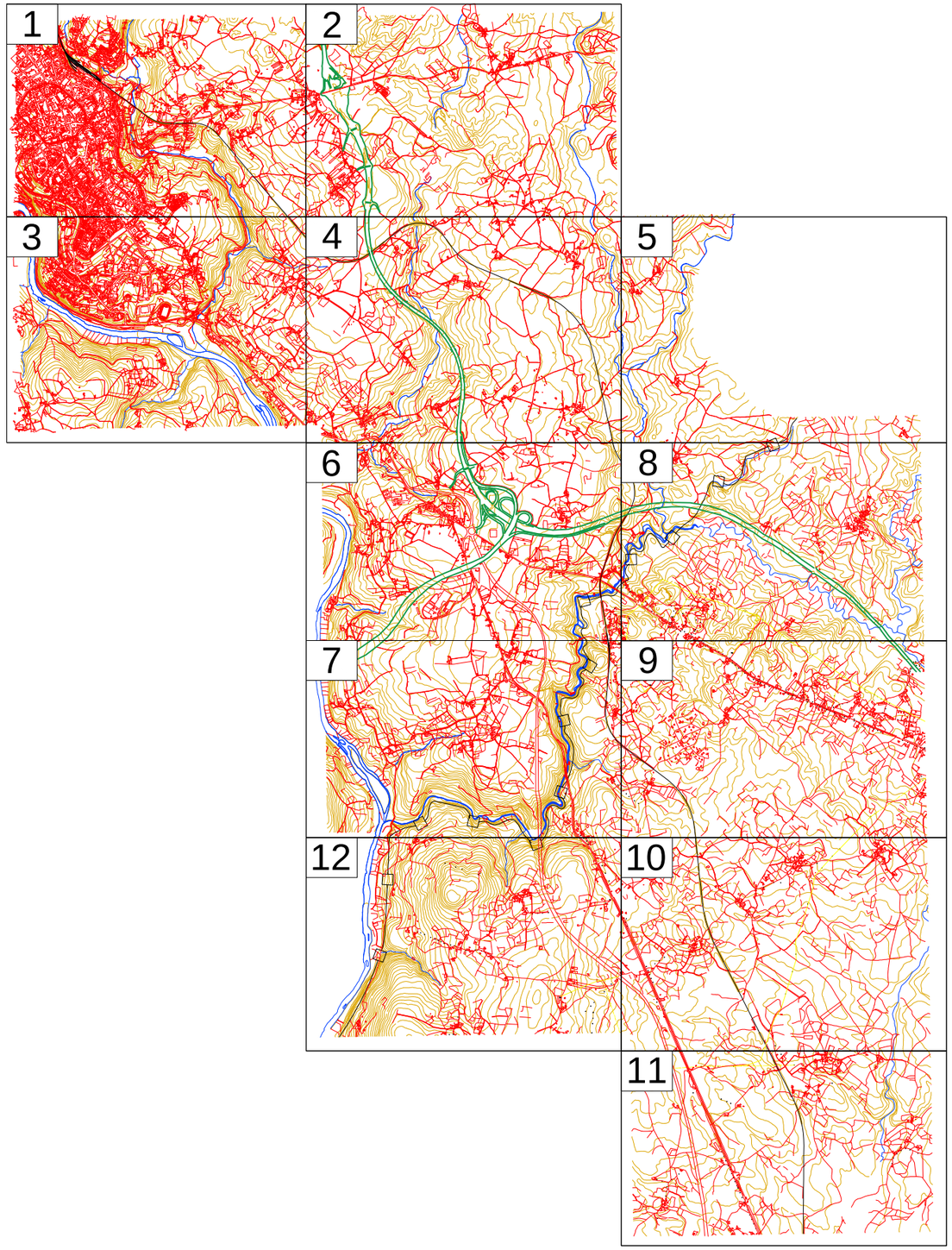
01_Curvas de nivel	
02_Puntos acotados	
03_Cauces fluviales	
04_Carreteras	
05_Autovías	
06_Ferrocarril actual	
07_Líneas eléctricas (Alta tensión)	
08_Edificaciones	
09_Textos	
10_Límite municipal	

Los textos que completan la cartografía son los siguientes:

- Rotulación de curvas de nivel y puntos de cota.
- Rotulación de nombres de calles y carreteras.
- Rotulación de lugares.

APÉNDICE 01: *Cartografía general*

Escala 1/60.000



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Universidad de A Coruña

TÍTULO DEL PROYECTO:

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO

AUTOR:

HERVÉ SANCOSMED RODIL

FIRMA:

CONVOCATORIA:

OCTUBRE 2016

TÍTULO DEL PLANO:

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

CARTOGRAFÍA GENERAL

ESCALA: 1/60.000

0m 1200m 2400m

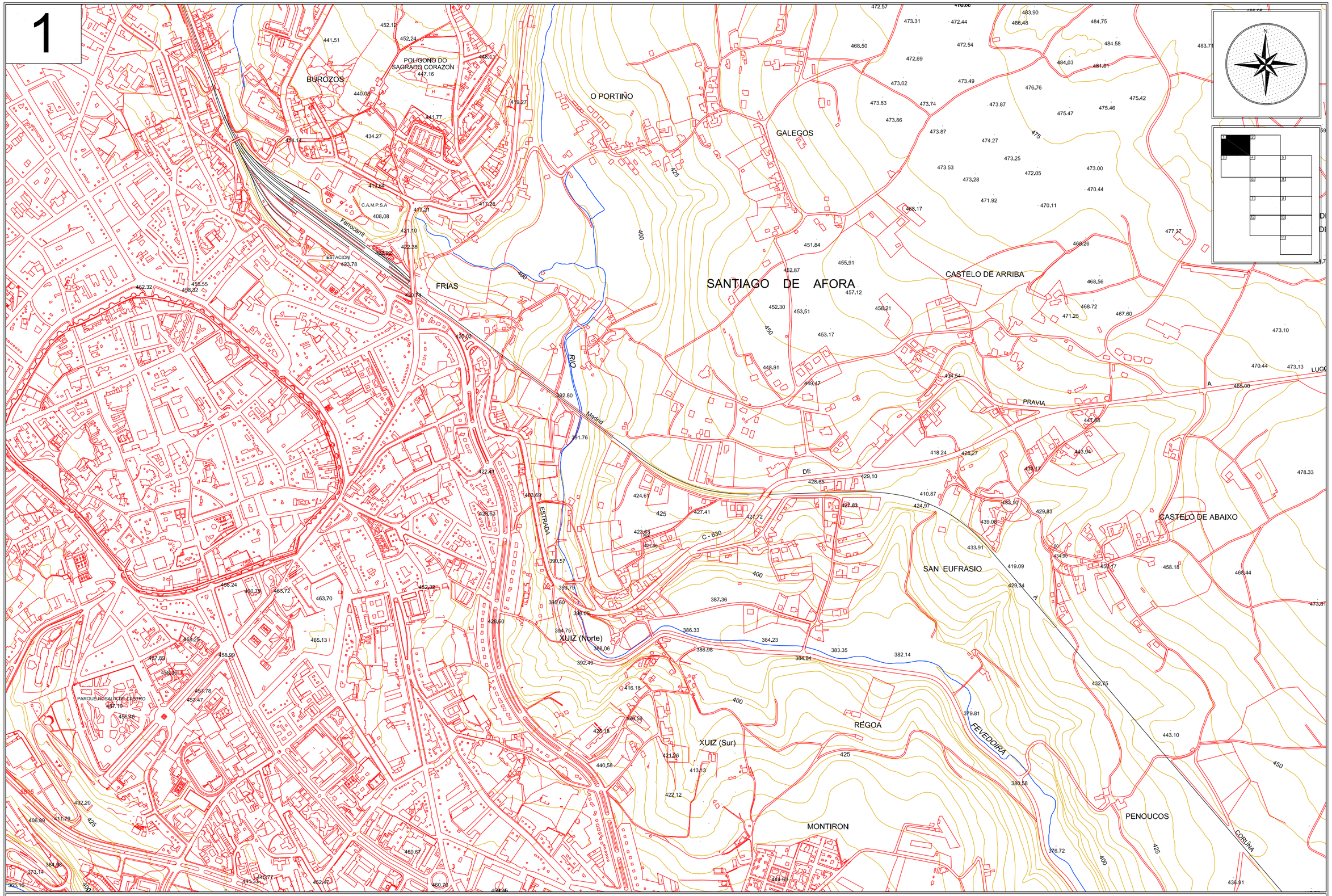
PLANO: 01

Hoja: 1 de 1

APÉNDICE 02: *Hojas cartográficas*

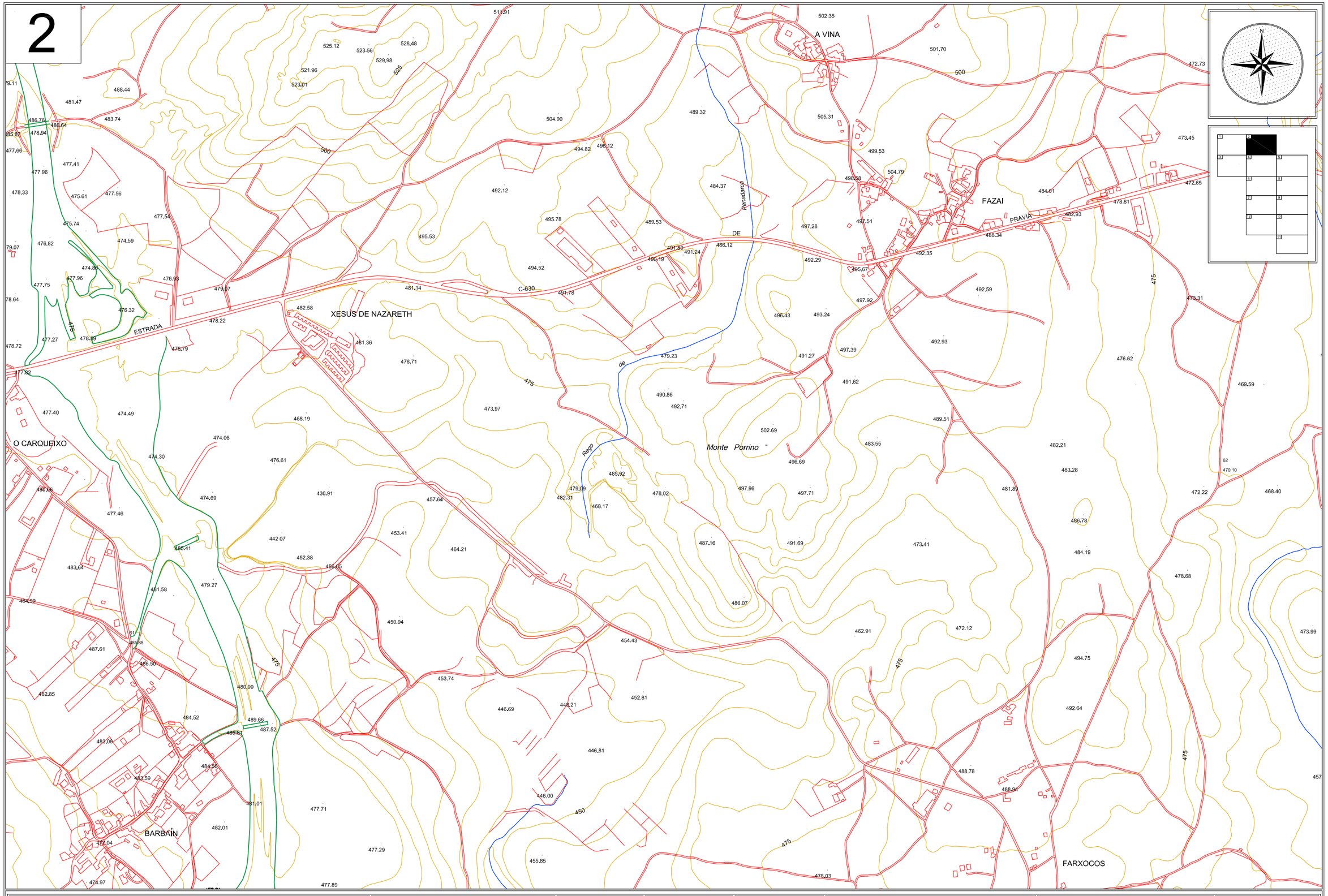
Escala 1/8.000

1



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0072A - 0808	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 1 de 12

2



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0073A - 0108	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 2 de 12

3

ACEA DE OLGA

AUGAS FERREAS

SAN PEDRO DE FORA

MUXA
(SAN PEDRO FIZ)

SAN FIZ

ROSENDE DI

BARXELAS
(MOUTO)

ANGUIEIRO

RIBEIRA

SANTALLA

SANTUÍÑO

Tolda da Castela

MADRID

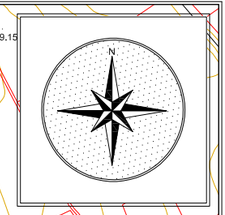
RÍO

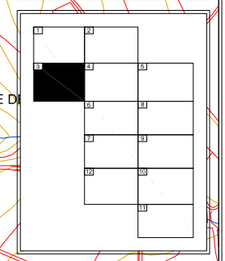
FERVEDOIRA

ESTRADA

Cumbraos

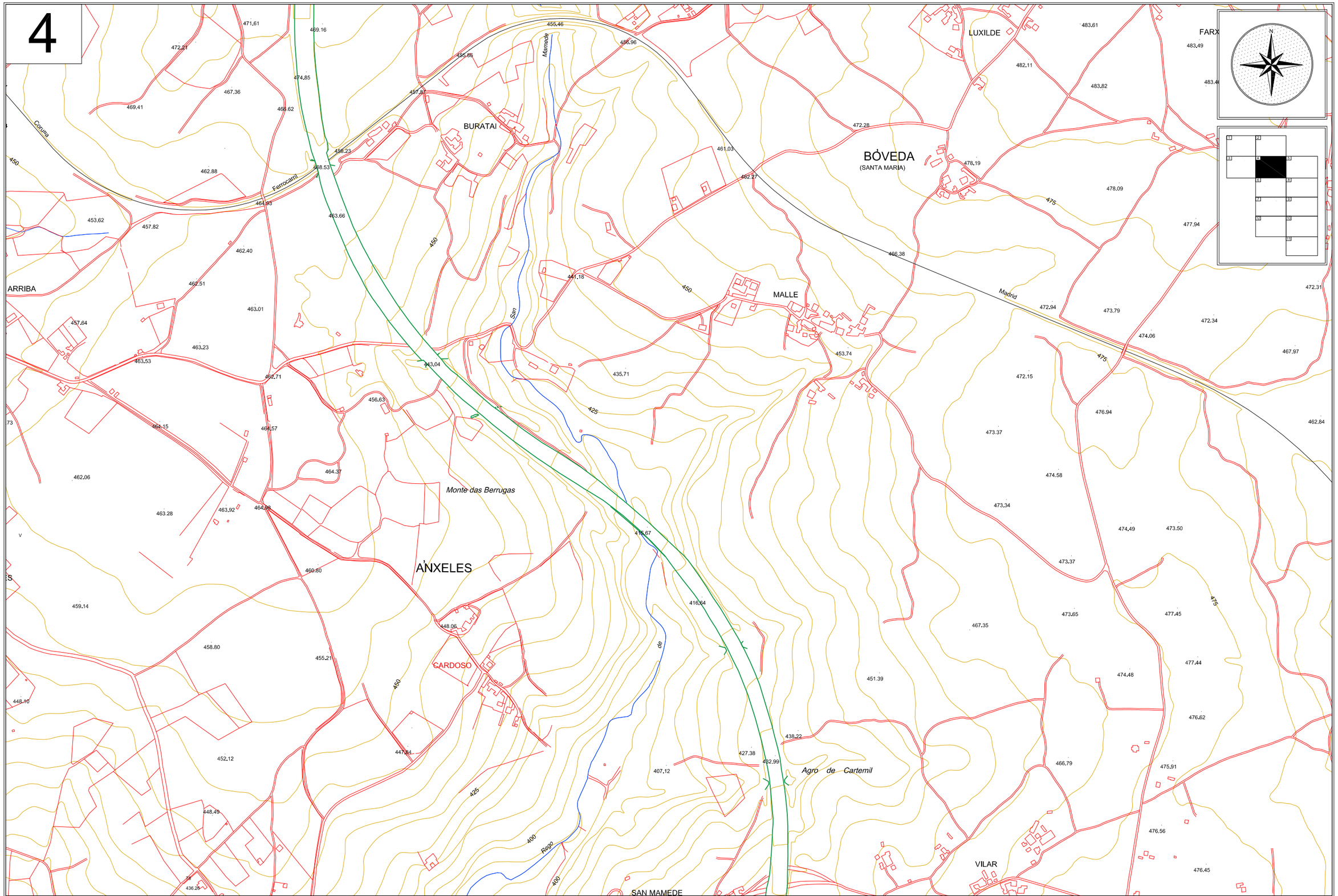
Torroz





E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0097A - 0801	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 3 de 12

4

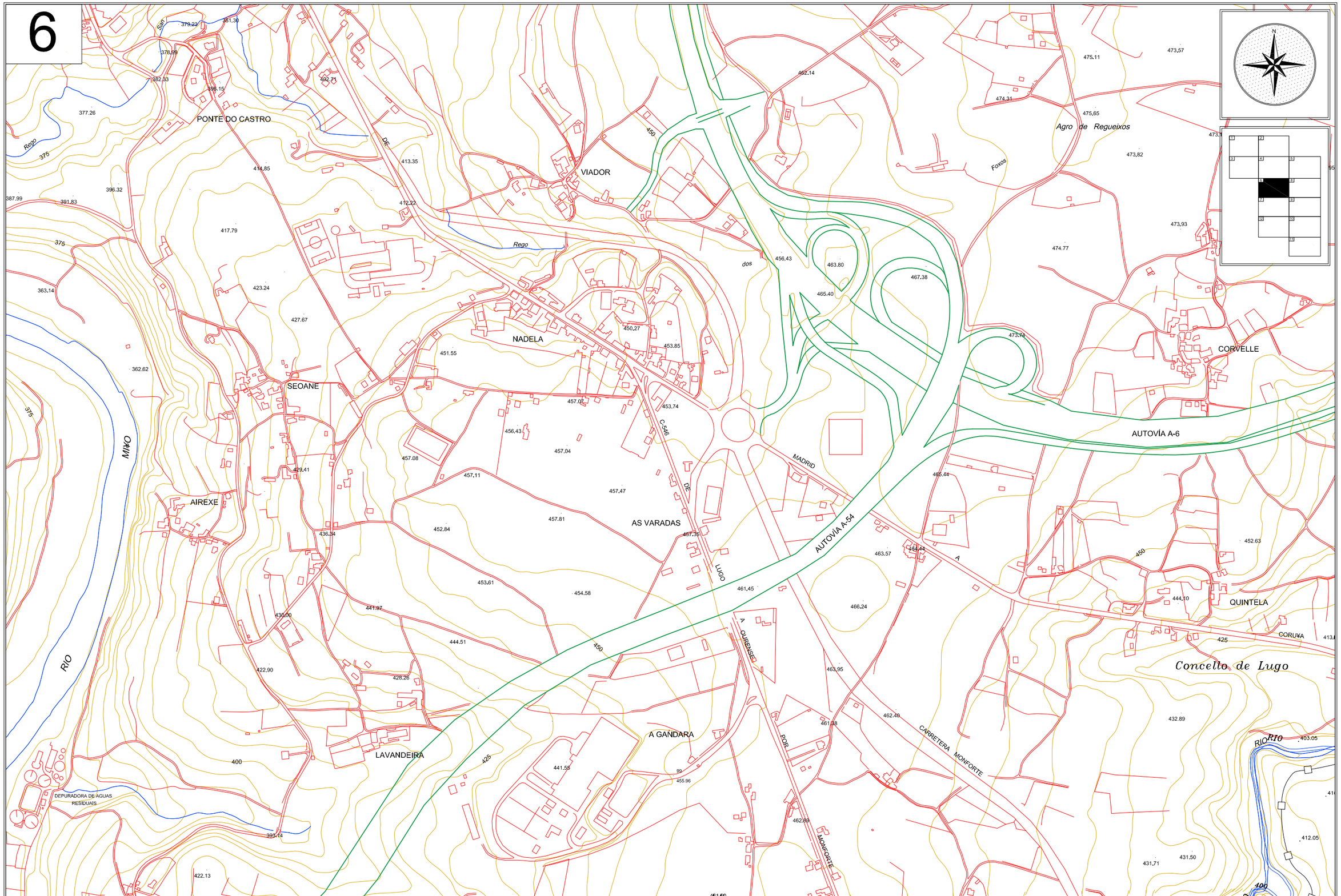


E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0101	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 4 de 12

5

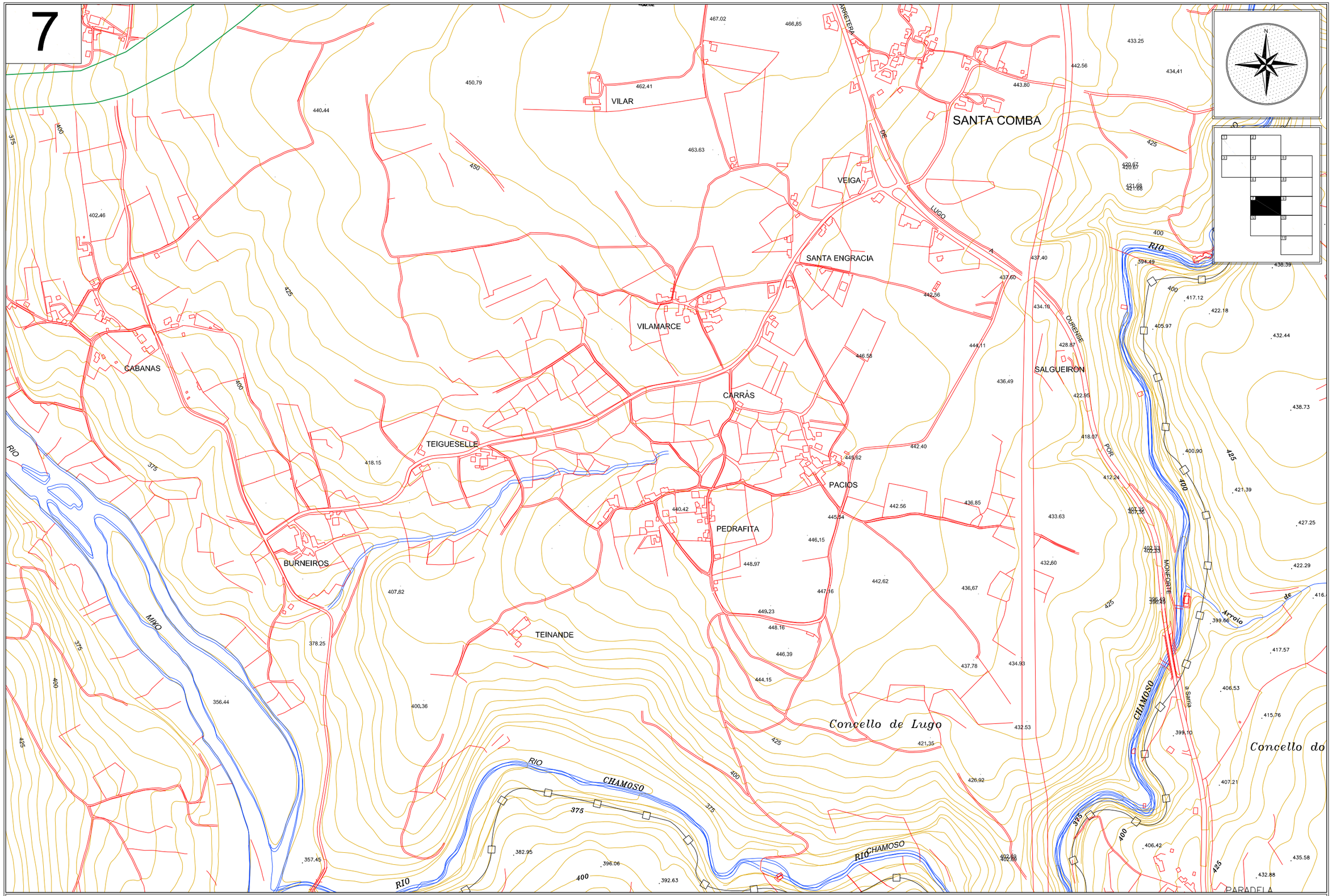
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0102	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 5 de 12

6



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0103	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 6 de 12

7



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0201	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 7 de 12

8

COEO
(SAN VICENTE)

Concello de Lugo

Agra do Outeiro

Concello do Corgo

Quintela

ARXEMIL

SAN BARTOLOMEU

Igrexa de San Bartolomeu

Igrexa

Chousa do Porto

Ponte do Bao

Canteira

Donalbán

Demondín

Golada

Golada da

Arroio

Rego

Rego

Madrid

Camiño

Camiño

Muiño

CHAMOSO

CHAMOSO

CHAMOSO

RIO

RIO

RIO

da

do

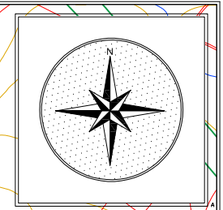
425

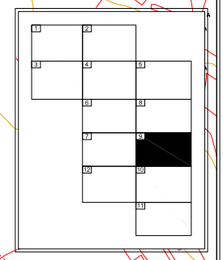
450

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0202	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 8 de 12

9

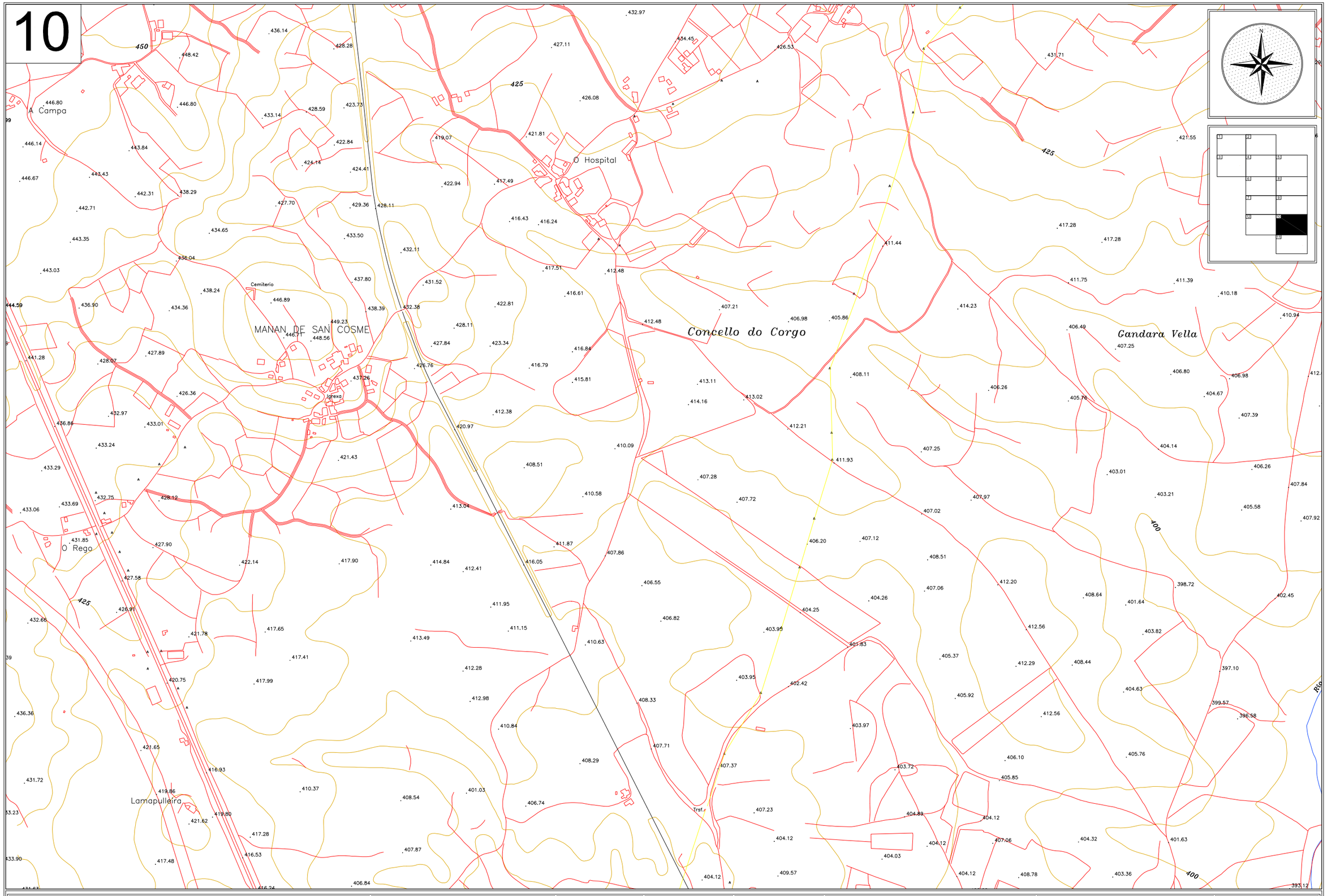
A Eirexa
Igrexa
A Carreira
CABREIROS
Don Xulián
O Souto
SAN CRISTOVO
Igrexa
Capela
Chamoso
Vilagamelle
Cemiterio
SANTA MARIÑA
Concello do Corgo
Monte do Ladrôn
Bocelo
Trsf





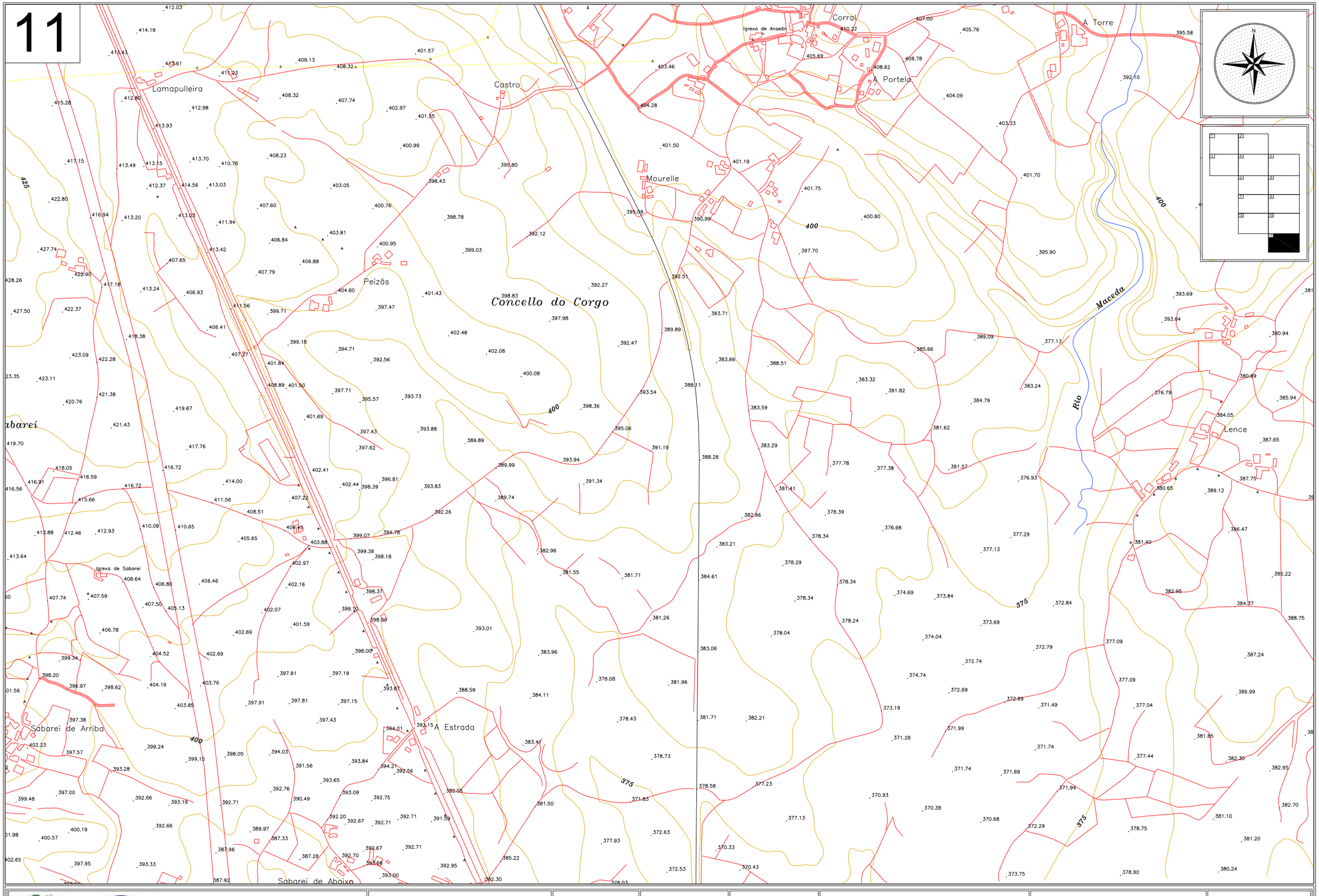
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0203	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 9 de 12

10



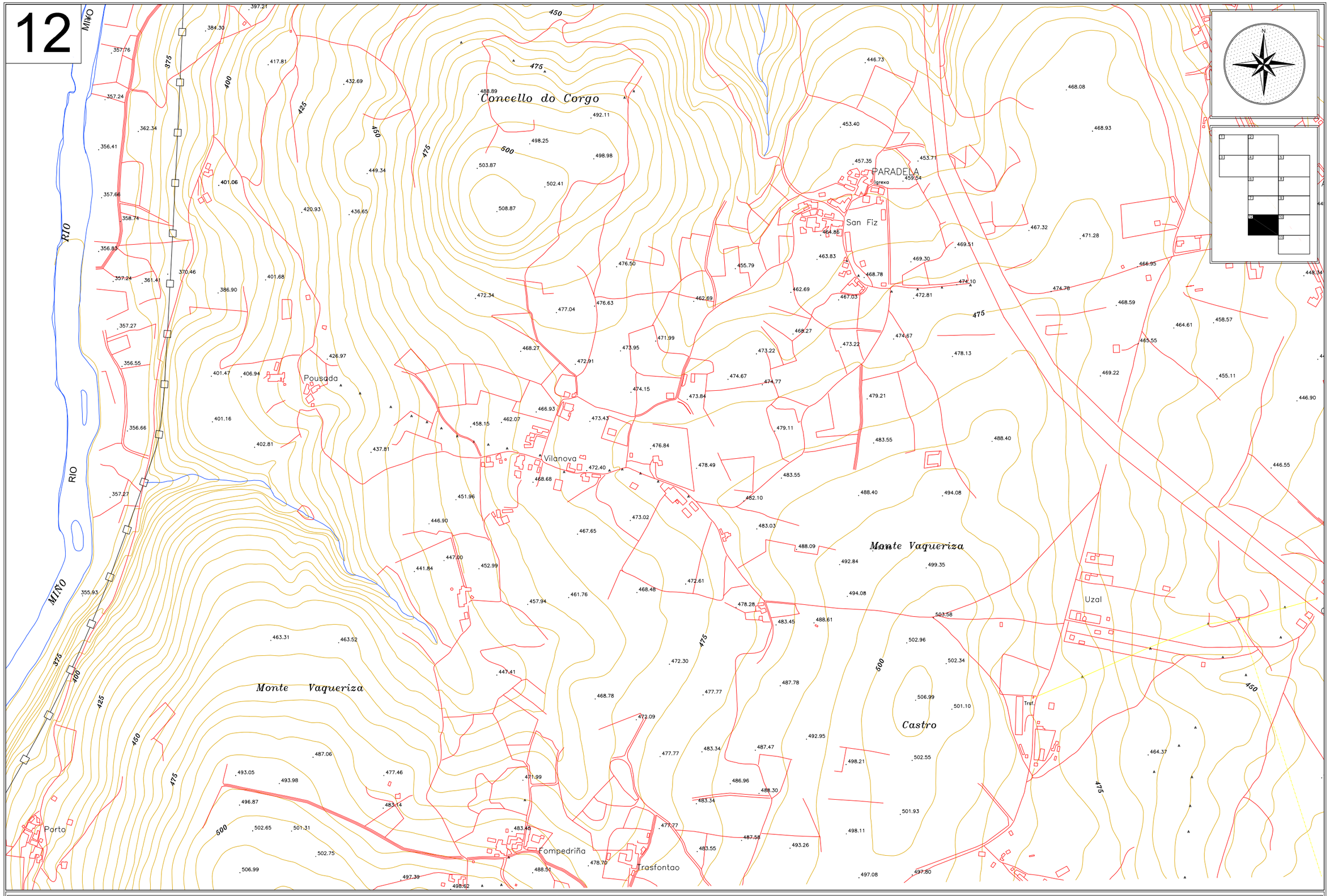
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0204	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 10 de 12

11



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0205	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 11 de 12

12



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA REFERENCIA: 0098A - 0104	ESCALA: 1/8.000 0m 160m 320m	PLANO: 02 Hoja: 12 de 12

ANEJO Nº02: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 02: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1. Antecedentes y situación actual 01

2. Análisis del problema 01

3. Condicionantes del área de estudio 01

4. Criterios de diseño 02
- **4.1. Trazado en planta** 02
- **4.2. Trazado en alzado** 03
- **4.3. Sección transversal** 04

5. Planeamiento y disponibilidad de terrenos 04

6. Estudio de alternativas 05
- **6.1. Trazado común de la vía actual. Ancho mixto** 05
- **6.2. Trazado de Alta Velocidad. Alternativas** 06
  - 6.2.1. *Alternativa 1* 09
  - 6.2.2. *Alternativa 2* 10
  - 6.2.3. *Alternativa 3* 11
- **6.3. Criterios de evaluación de las alternativas** 12
  - 6.3.1. *Aspectos del trazado* 13
  - 6.3.2. *Aspectos medioambientales* 13
  - 6.3.3. *Aspectos sociales* 14
  - 6.3.4. *Aspectos económicos* 15
- **6.4. Selección de la alternativa** 16
  - 6.4.1. *Puntuaciones establecidas* 16
  - 6.4.1. *Método de las medias ponderadas* 18
- **6.5. Descripción de la alternativa propuesta** 19

7. Conclusión final 20

Apéndice 01: *Listado de alineaciones* 21

Apéndice 02: *Estado de rasantes* 30

Apéndice 03: *Puntos singulares en planta y alzado* 35

Apéndice 04: *Resumen de mediciones por eje* 43

Apéndice 05: *Presupuestos* 48

Apéndice 06: *Planos de las alternativas* 53

1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL:

Con la llegada de la Alta Velocidad Española a Galicia a través del embudo de la ciudad de Ourense, es necesario el diseño de nuevos corredores que permitan conectar los grandes núcleos urbanos de la comunidad gallega.

Lugo es la capital de provincia de España peor comunicada por tren. La vía actual de acceso a la ciudad pertenece a la *línea León – A Coruña*. Se trata de una línea de ferrocarril de 428,2 kilómetros de longitud que pertenece a la red ferroviaria española. Une la Meseta con Galicia por el Este recorriendo las provincias de León, Ourense, Lugo y A Coruña. Siguiendo la catalogación de *Adif* es la *línea 800*.

Según la Declaración de la Red de Adif en su actualización de 2013, la línea está electrificada a 3 kV de corriente continua mediante hilo aéreo entre León y Monforte de Lemos, así como a 25 kV de corriente alterna en la estación de A Coruña, siendo ésta de vía única.

En lo referente a la señalización, toda la línea está dotada de *Control de Tráfico Centralizado* (CTC), con *Bloqueo Automático de Vía Única* (BAU) entre León y Monforte de Lemos y *Bloque de Liberación Automática en Vía Única* (BLAU) entre Monforte de Lemos y A Coruña.

Dicha vía actual no está adaptada a la Alta Velocidad en el tramo de acceso a Lugo por los siguientes condicionantes geométricos:

- Los radios de las curvas circulares son muy inferiores a los valores recogidos por las normativas de trazado de Alta Velocidad con valores que oscilan entre los 400 y 1.500 metros.
- La vía actual presenta valores de insuficiencia y exceso de peraltes máximos (125 - 150 mm) superiores a los peraltes recomendados para un trazado de Alta Velocidad (80 – 100 mm).
- Los valores de aceleración sin compensar de la vía actual (0.1 - 0.6 m/s^2) son muy inferiores en algunos puntos a los recomendados para un tramo de Alta Velocidad (0.52 – 0.65 m/s^2).

Debido a estos condicionantes, se plantea la solución de disponer la vía actual, de ancho ibérico (1.668 mm) y velocidad de proyecto 80 km/h para el tráfico de mercancías y el nuevo trazado de Alta Velocidad para el uso exclusivo de pasajeros.

2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA:

En el presente anejo se procede a describir, comparar y valorar las alternativas posibles para diseñar el mejor trazado ferroviario de Alta Velocidad a su acceso a la ciudad de Lugo.

Se describen los condicionantes mínimos a exigir en las alternativas, así como una descripción detallada de cada una de ellas, para posteriormente realizar un análisis comparativo para seleccionar una única solución óptima, apoyado en aspectos relacionados con el trazado, medioambientales, sociales y económicos.

3. CONDICIONANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se han adaptado todas las alternativas a los condicionantes impuestos por la topografía e hidrología de la zona, así como al planeamiento urbanístico, asentamientos de la población y otros factores de impacto ambiental y carácter funcional que se detallan a continuación:

- En primer lugar, la **orografía** de la zona se puede considerar ondulada en prácticamente toda su extensión en el área de actuación, lo cual permite el diseño de pendientes suaves y trazas relativamente homogéneas.
  La ciudad de Lugo se encuentra en una colina rodeada por el río Miño y los regatos Rato y Chanca. La diferencia de altitud entre el centro de la ciudad y las márgenes fluviales es de cierta consideración, ya que mientras en el centro la altitud es de 465 metros sobre el nivel del mar, en el Miño, a la altura del Paseo Fluvial, la altitud es de 364 metros.

Más allá de la ciudad, ubicado en el sector oriental de la comarca de Lugo, el relieve se caracteriza por una extensa zona de erosión o penillanura. La mayoría del territorio es de naturaleza granítica. Esto deriva en una topografía ondulada, con una altitud media entre los 400 y 500 metros, que se mantiene a través del municipio de O Corgo.

En cuanto a la **hidrografía**, la presencia del río Miño al este actúa como un gran condicionante geográfico a la hora del diseño. Además, el conjunto de sus paisajes, tanto rurales como urbanos, se encuentran enmarcados desde el año 2002 en la *Reserva de la Biosfera "Terras do Miño".* Por todo esto, la zona de actuación posee una densidad fluvial moderada, destacando los cauces fluviales de San Mamede y Chamoso, los cuales poseen márgenes fluviales con pendientes muy pronunciadas, las cuales obligan en la mayor parte de los casos el diseño de estructuras tipo viaducto.

- Otro factor importante a tener en cuenta, es la **infraestructura civil** presente en la zona. El trazado existente de la Autovía A-6, junto a la línea de ferrocarril actual, que discurren prácticamente de forma paralela a través del lado oeste de nuestra zona de actuación, son grandes condicionantes a la hora del diseño de las alternativas, ya que obligan a la disposición de gálibos verticales mínimos de nueve metros en todos los cruces existentes entre ambos trazados.

  Especial interés muestran los enlaces de conexión existentes entre la Autovía A-54 dirección Santiago, la carretera LU-546 dirección Monforte y la Nacional VI dirección Lugo con la Autovía A-6 cerca del pueblo de Nadela. En el *plano temático 6.1.1* del *Apéndice 6: Planos de las alternativas*, se puede apreciar de manera gráfica todos estos condicionantes anteriormente descritos.

- En cuanto a los **condicionantes ambientales**, existen diferentes tipos de suelo en la zona de estudio, reflejados en los planos de afección de suelos del *Apéndice 6* y obtenidos del Plan de Ordenación Territorial del municipio de Lugo y O Corgo, respectivamente.

  El tramo común del nuevo trazado de Alta Velocidad ocupa suelos urbanos durante prácticamente el kilómetro inicial, al tratarse más bien de una adaptación de la vía ferroviaria existente. Tras el desvío situado en Louzaneta, todas las alternativas ocupan suelos rústicos de valor ambiental bajo en la mayor parte del recorrido a través del municipio de Lugo. La alternativa 1 y 3, durante su paso a través del municipio de O Corgo, ocupan suelos rústicos con grados de protección forestal protector.

  Por otra parte, en la zona por la que discurren nuestros trazados, existen una serie de elementos arqueológicos y arquitectónicos que gozan de protección y que aparecen marcados en los planos de afección de suelos de cada una de las alternativas en el Apéndice 6.

- A excepción del núcleo urbano de Lugo y otros pueblos de tamaño medio como Nadela y O Corgo, existen un número bajo de **asentamientos poblacionales** formados por un número bajo de viviendas esparcidos aleatoriamente por todo el territorio. Con el fin de evitar su desaparición, se adoptan medidas excepcionales, tales como el diseño de radios mínimos en planta en la alternativa 1.

4. CRITERIOS DE DISEÑO:

Se definen los parámetros básicos de diseño del trazado, tanto en planta como en alzado, según las *Instrucciones y recomendaciones para la redacción de proyectos de plataforma IGP – 3* en su última revisión del año 2011.

La velocidad de proyecto se establece en 240 km/h para todas las alternativas.

4.1. TRAZADO EN PLANTA:

El trazado en planta está referido a un único eje en doble vía, habilitado para ambos sentidos de circulación.

Según establece la *IGP – 3 v2011*, para la velocidad de proyecto de 240 km/h, el radio mínimo normal de trazado en planta será de 3.100 metros y excepcional de 2.650 metros con un peralte normal de 140 milímetros y excepcional de 160 milímetros.

Los radios amplios favorecen el desarrollo de altas velocidades sin tener que recurrir a peraltes elevados, lo cual favorece enormemente la buena conservación de la plataforma ferroviaria, con la consiguiente reducción de los costes de explotación.

A continuación se incluyen las recomendaciones *IGP – 3 v2011* normales y excepcionales para velocidades comprendidas entre 200 y 250 km/h con el fin de poder calcular con exactitud el cumplimiento en casos límites:

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA II - PARÁMETROS FUNCIONALES PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:		$V_{Máx}$ (km/h) < 140		140 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 200		200 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 250		250 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 300		300 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) ≤350	
TRAZADO EN PLANTA	**Fórmulas**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**
MÁX. INSUF. DEL PERALTE $I_{Máx}$ (mm)	$(11,85\ V_{Máx}^2 / R) - D$	100	130	100	150	80	100	70	80	60	65
MÁX. AC. SIN COMPENSAR $a_{q\,Máx}$ (m/s²)	$(V_{Máx}^2 / 12,96\ R) - D / 153,62$	0,65	0,85	0,65	0,98	0,52	0,65	0,46	0,52	0,39	0,42
MÁX. EXCESO DE PERALTE ($V_{Mín}$ DE TRENES LENTOS) $E_{Máx}$ (mm)	$D - (11,85\ V_{Mín}^2 / R)$	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
MÁX. VAR. PERALTE CON TIEMPO $[dD/dt]_{Máx}$ (mm/s)	$(V_{Máx} / 3,6) \cdot (D / L)$	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50
MÁX. VAR. ÁNGULO DE GIRO DE LA VÍA $[d\theta/dt]_{Máx}$ (rad/s)	$(V_{Máx} / 3,6) \cdot (D / 1507) / L$	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033
MÁX. VAR. INSUF. CON EL TIEMPO $[dI/dt]_{Máx}$ (mm/s)	$(I / L) \cdot (V_{Máx} / 3,6)$	30	55	30	55	30	50	30	50	30	50
MÁX. VAR. AC. NO COMP. CON EL TIEMPO $[da_q/dt]_{Máx}$ (m/s³)	$(a_q / L) \cdot (V_{Máx} / 3,6)$	0,20	0.36	0,20	0.36	0,20	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33

4.2. TRAZADO EN ALZADO:

El trazado en alzado está definido por un único eje en doble vía. A efectos de aplicación del IGP – 3 v2011, el valor máximo de inclinación normal de la rasante se aproximará a pendientes del 25‰ y 30‰ en casos excepcionales al tratarse de una vía general destinada al tráfico de viajeros.

Los parámetros mínimos normales en acuerdos verticales del tramo a diseñar en el presente proyecto son 21.000 metros y de forma excepcional 12.600 metros.

A continuación se adjuntan las tablas de comprobación del *IGP – 3 v2011* de parámetros normales y excepcionales del trazado en alzado:

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA II - PARÁMETROS FUNCIONALES PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:	$V_{Máx}$ (km/h) < 140		140 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 200		200 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 250		250 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 300		300 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) ≤350	
TRAZADO EN ALZADO	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**
MÁX ACELERACIÓN VERTICAL $a_{v\,Máx}$ (m/s²)	$V_{Máx}^2 / 12,96\ R_v$	0,22	0,31	0,22	0,31	0,22	0,35	0,22	0,39	0,22	0,44

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA III - PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:		$V_{Máx}$ (km/h)<140		140≤$V_{Máx}$(km/h)<200		200≤$V_{Máx}$(km/h)<250		250≤$V_{Máx}$(km/h)<300		300 < V Máx (km/h) <350	
TRAZADO EN PLANTA		**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**	**Normal**	**Excep.**
PERALTE MÁXIMO $D_{Máx}$ (mm)		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
MÁX. VAR. PERALTE RESP. DE LA LONGITUD (Rampa de peralte) $[dD/dl]_{Máx}$ (mm/m)		0,8	2,0	0,8	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
LONGITUD MÍNIMA DE ALINEACIONES DE CURVATURA CONSTANTE (m)	CURVA CIRCULAR	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE IGUAL SIGNO DE CURVATURA	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE DISTINTO SIGNO DE CURVATURA (puede ser cero)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA III - PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO

TRAZADO EN ALZADO			Normal	Excep.	Normal	Excep.	Normal	Excep.	Normal	Excep.	Normal	Excep.
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁX.	Vía general. Tráfico de viajeros	$i_{Máx}$ (‰)	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
	Vía general. Tráfico mixto		15	18	15	18	15	18	15	18	15	18
	En apartaderos		2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5
PENDIENTE LONG. MÍNIMA EN TÚNELES Y TRINCHERAS		$i_{Mín}$ (‰)	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2
LONGITUD MÍN. DE ACUERDOS VERTICALES		(m)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
LONGITUD MÍN. DE RASANTE UNIFORME ENTRE ACUERDOS		(m)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
LONGITUD MÁX. DE RASANTE CON LA PENDIENTE MÁXIMA (*)		(m)	3000		3000		3000		3000		3000	

(*) Para pendientes inferiores a la máxima admisible justificar que la pérdida de velocidad no supera el 10% de las velocidades máxima y mínima de circulación.

Finalmente se muestra un resumen de los parámetros geométricos básicos adoptados para nuestro trazado y extraídos de la normativa empleada**:**

adif | SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

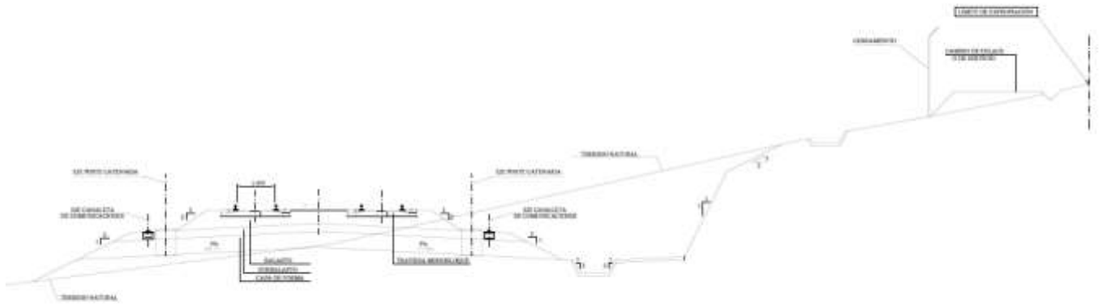
TABLA IV - GEOMETRÍA DEL TRAZADO PARA DISTINTAS VELOCIDADES

Velocidad máxima de proyecto (km/h)	Velocidad mínima admisible de trenes lentos (km/h)	Radio mínimo curva circular (m)		Longitud mínima de clotoide (m)		Parámetro mínimo en acuerdos verticales (m)	
		Normal	*Excepcional*	Normal	*Excepcional*	Normal	*Excepcional*
140	75	1.000	750	190	160	7.000	5.000
150	80	1.125	900	200	160	8.000	5.900
160	85	1.275	1.000	210	160	9.000	6.300
170	90	1.450	1.110	220	160	10.000	7.100
180	95	1.600	1.250	240	160	11.500	8.000
190	100	1.800	1.400	250	170	12.500	8.900
200	105	2.200	1.850	280	180	15.000	8.900
210	110	2.400	2.050	280	190	16.000	9.600
220	115	2.600	2.200	290	200	17.000	10.600
230	120	2.850	2.450	300	210	19.000	11.500
240	125	3.100	2.650	320	220	21.000	12.600
250	135	3.550	3.100	330	230	22.000	12.600
260	140	3.850	3.350	340	240	24.000	13.600
270	145	4.150	3.600	350	240	26.000	14.300
280	150	4.450	3.900	370	250	28.000	15.400
290	155	4.750	4.200	380	260	30.000	16.500
300	165	5.350	4.750	390	270	32.000	16.500
310	170	5.700	5.100	410	280	34.000	17.000
320	175	6.100	5.400	420	290	36.000	18.000
330	180	6.500	5.750	430	300	39.000	20.000
340	185	6.850	6.100	450	310	41.000	21.000
350	190	7.250	6.500	460	320	45.000	25.000

4.3. SECCIÓN TRANSVERSAL:

Se dispone doble vía con ancho internacional (1.435 mm) según las recomendaciones del *IGP – 3 v2011*. En el *Anejo número 6: Plataforma y Superestructura* se pueden consultar las características de la sección transversal.

A continuación se muestra la sección tipo empleada para obras de tierra en doble vía:



SECCIÓN TIPO VIA DOBLE EN RECTA

5. PLANEAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS:

Con el fin de evitar un aumento considerable del presupuesto final se pretende evitar las expropiaciones de bienes inmuebles. Del mismo modo, también se evita en gran medida el uso de suelos urbanizables, además de evitar posibles efectos barrera una vez fuesen ocupados en un futuro próximo.

Prácticamente toda la totalidad del trazado se ajusta lo máximo posible afectando únicamente a terrenos de suelo rústico de bajo valor económico y ambiental, a excepción de puntos singulares, necesarios para poder cumplir todas las exigencias geométricas y funcionales recogidas en la normativa vigente.

Hacia el oeste, la presencia de la Autopista A-6, cuyo trazado discurre prácticamente paralelo al de la línea de ferrocarril actual, es un limitante a la hora del diseño de la nueva vía de Alta Velocidad.

Hacia el este, la ciudad de Lugo y su paisaje, tanto rural como urbano, marcados por el río Miño, se encuentra situada desde el año 2002 en la *Reserva de la Biosfera "Terras do Miño".*

Queda totalmente prohibida la construcción en espacio protegido, por lo que de este modo, el trazado de las alternativas no puede introducirse sobre este tipo de terreno.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS:

El trazado de las alternativas nace en la estación de ferrocarril de Lugo, situada al sur de la ciudad, diferenciándose desde el punto de vista ingenieril dos tramos únicos, situados en la transición entre la vía convencional y el nuevo trazado de Alta Velocidad.

El primer tramo del recorrido parte desde la estación de ferrocarril en vía única convencional, diseñada en ancho ibérico con una velocidad de proyecto de 80 km/h.

Con el fin de adaptar la vía actual con el nuevo trazado de Alta Velocidad, se decide disponer doble vía de ancho mixto hasta el punto de conexión de ambos trazados, situado a una distancia aproximada de 1,6 kilómetros desde la estación, próximo a Louzaneta.

Conectado a través de un desvío, cuyo diseño no es objeto de este anteproyecto, se desarrolla el segundo tramo del recorrido, con una traza característica según cada alternativa y diseñado en doble vía y ancho internacional con una velocidad de proyecto de 240 km/h.

El punto final para todas las alternativas, se sitúa entre los 100 y los 500 metros de la vía actual, a una distancia aproximada de cuatro kilómetros del pueblo de O Corgo, con el fin de facilitar la puesta en funcionamiento de la nueva vía mientras se van ejecutando los distintos trazados del nuevo corredor.

6.1. TRAZADO COMÚN DE LA VÍA ACTUAL. ANCHO MIXTO:

TRAZADO COMÚN: RESUMEN	
Longitud total	1.595 m
Superficie de expropiación	49.316,88 m^2
Estructuras	
Viaducto 1	280 m
TOTAL	**280 m**
Pasos Superiores	1
Pasos Inferiores	1
Diagrama de masas	
Desmonte	103.290,20 m^3
Terraplén	6.891,11 m^3
TOTAL	**96.399,09 m^3**

Pasos Superiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1	P.K. 0+970	149,75 m^2

Pasos Inferiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1	P.K. 0+120	115,70 m^2

6.2. TRAZADO DE ALTA VELOCIDAD. ALTERNATIVAS:

A continuación se muestra un resumen de las tres alternativas propuestas para el nuevo trazado de Alta Velocidad:

ALTERNATIVA 1: RESUMEN	
Longitud total	13.160 m
Superficie de expropiación	675.852,92 m^2
Superficie de despeje y desbroce	526.767,95 m^2
Estructuras	
Viaducto 1	550 m
Viaducto 2	670 m
TOTAL	**1.220 m**
Pasos Superiores	14
Pasos Inferiores	4
O.D.T.	0
Diagrama de masas	
Desmonte	2.266.600,74 m^3
Terraplén	1.778.037,62 m^3
TOTAL	**488.563,12 m^3**

** **R.P.:** *Reposición de caminos*

PASOS SUPERIORES		
Paso Superior	**P.K. Inicial**	**Superficie (m^2)**
Paso Superior 1 **(R.P)**	P.K. 0+215	148,90 m^2
Paso Superior 2 **(R.P)**	P.K. 0+525	342,15 m^2
Paso Superior 3	P.K. 1+880	137,75 m^2
Paso Superior 4	P.K. 2+220	321,10 m^2
Paso Superior 5 **(R.P)**	P.K. 2+610	672,60 m^2
Paso Superior 6	P.K. 3+240	156,00 m^2
Paso Superior 7	P.K. 4+160	134,40 m^2
Paso Superior 8	P.K. 4+300	1.245,60 m^2
Paso Superior 9	P.K. 4+400	372,60 m^2
Paso Superior 10	P.K. 4+700	286,40 m^2
Paso Superior 11	P.K. 5+320	368,70 m^2
Paso Superior 12	P.K. 6+000	341,30 m^2
Paso Superior 13	P.K. 6+260	1.372,40 m^2
Paso Superior 14	P.K. 8+580	739,45 m^2

PASOS INFERIORES		
Paso Inferior	**P.K. Inicial**	**Superficie (m^2)**
Paso Inferior 1	P.K. 0+800	138,75 m^2
Paso Inferior 2	P.K. 1+362	99,40 m^2
Paso Inferior 3 **(R.P)**	P.K. 6+410	637,50 m^2
Paso Inferior 4 **(R.P)**	P.K. 11+200	359.15 m^2

ALTERNATIVA 2: RESUMEN

Longitud total	12.300 m
Superficie de expropiación	580.231,56 m^2
Superficie de despeje y desbroce	437.017,97 m^2
Estructuras	
Viaducto 1	570 m
Viaducto 2	370 m
TOTAL	**940 m**
Pasos Superiores	11
Pasos Inferiores	5
O.D.T.	1
Diagrama de masas	
Desmonte	1.524.768,34 m^3
Terraplén	1.278.928,40 m^3
TOTAL	**245.839,94 m^3**

** **R.P.:** *Reposición de caminos*

PASOS SUPERIORES

Paso Superior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1 **(R.P)**	P.K. 0+215	155,70 m^2
Paso Superior 2 **(R.P)**	P.K. 0+525	160,30 m^2
Paso Superior 3	P.K. 2+200	236,45 m^2
Paso Superior 4	P.K. 2+620	436,50 m^2
Paso Superior 5	P.K. 3+240	184,80 m^2
Paso Superior 6 **(R.P)**	P.K. 4+380	746,50 m^2
Paso Superior 7	P.K. 4+660	568,60 m^2
Paso Superior 8	P.K. 4+800	243,45 m^2
Paso Superior 9	P.K. 5+160	1.594,80 m^2
Paso Superior 10	P.K. 5+520	2.047,20 m^2
Paso Superior 11	P.K. 5+740	942,70 m^2

PASOS INFERIORES

Paso Inferior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1	P.K. 0+800	111,40 m^2
Paso Inferior 2 **(R.P)**	P.K. 0+360	123,12 m^2
Paso Inferior 3	P.K. 0+880	126,75 m^2
Paso Inferior 4	P.K. 7+080	221,30 m^2
Paso Inferior 5	P.K. 10+840	296,15 m^2

O.D.T.

Paso Inferior	P.K. Inicial
O.D.T.	P.K. 8+280

ALTERNATIVA 3: RESUMEN

Longitud total	13.550 m
Superficie de expropiación	745.533,04 m^2
Superficie de despeje y desbroce	600.355,40 m^2
Estructuras	
Viaducto 1	550 m
TOTAL	**550 m**
Pasos Superiores	16
Pasos Inferiores	8
O.D.T.	2
Diagrama de masas	
Desmonte	2.971.838,74 m^3
Terraplén	2.113.676,53 m^3
TOTAL	**858.162,21 m^3**

PASOS SUPERIORES

Paso Superior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1 **(R.P)**	P.K. 0+215	188,00 m^2
Paso Superior 2 **(R.P)**	P.K. 0+525	251,32 m^2
Paso Superior 3	P.K. 0+800	230,54 m^2
Paso Superior 4	P.K. 1+400	268,60 m^2
Paso Superior 5	P.K. 2+030	298,75 m^2
Paso Superior 6	P.K. 2+060	861.84 m^2
Paso Superior 7	P.K. 2+200	1.357,80 m^2
Paso Superior 8 **(R.P)**	P.K. 3+665	276,40 m^2
Paso Superior 9	P.K. 4+115	442,56 m^2
Paso Superior 10	P.K. 4+565	380,76 m^2
Paso Superior 11	P.K. 4+965	703,95 m^2
Paso Superior 12	P.K. 6+230	274,00 m^2
Paso Superior 13	P.K. 6+380	328,80 m^2
Paso Superior 14	P.K. 6+500	228,20 m^2
Paso Superior 15	P.K. 8+565	217,00 m^2
Paso Superior 16	P.K. 9+280	478,10 m^2

PASOS INFERIORES

Paso Inferior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1 **(R.P)**	P.K. 3+115	417,45 m^2
Paso Inferior 2	P.K. 3+360	250,75 m^2
Paso Inferior 3	P.K. 5+260	117,60 m^2
Paso Inferior 4	P.K. 5+725	249,00 m^2
Paso Inferior 5	P.K. 10+605	174,75 m^2
Paso Inferior 6 **(R.P)**	P.K. 11+065	216,00 m^2
Paso Inferior 7 **(R.P)**	P.K. 11+580	222,25 m^2
Paso Inferior 8	P.K. 11+900	432,00 m^2

O.D.T.

O.D.T. 1	P.K. 2+680
O.D.T. 2	P.K. 5+465

6.2.1. ALTERNATIVA 1:

El trazado de Alta Velocidad de la alternativa 1, con poco más de trece kilómetros de longitud, discurre a ambos márgenes de la línea de ferrocarril actual, atravesando la misma en torno al P.K. 6+410 mediante un paso inferior, permitiendo así un gálibo vertical de catorce metros, más que suficiente para el tránsito de trenes de mercancías a través de la vía convencional existente.

Al mismo tiempo, dicho trazado cruza la Autovía A-6 en dos ocasiones, concretamente en los P.K. 4+300 y P.K. 6+260 a través de dos pasos superiores dejando un gálibo vertical de diez y doce metros respectivamente.

Ya hacia el sur, en el municipio de O Corgo, la nueva línea atraviesa la Nacional VI a través de un paso superior en el P.K. 8+580 permitiendo un gálibo vertical de doce metros.

La traza en planta presenta radios mínimos normales de 3.100 metros a excepción de la curva número seis diseñada con un radio excepcional de 2.650 metros con el fin de poder evitar la desaparición del pueblo de Donalbán en el municipio de O Corgo.

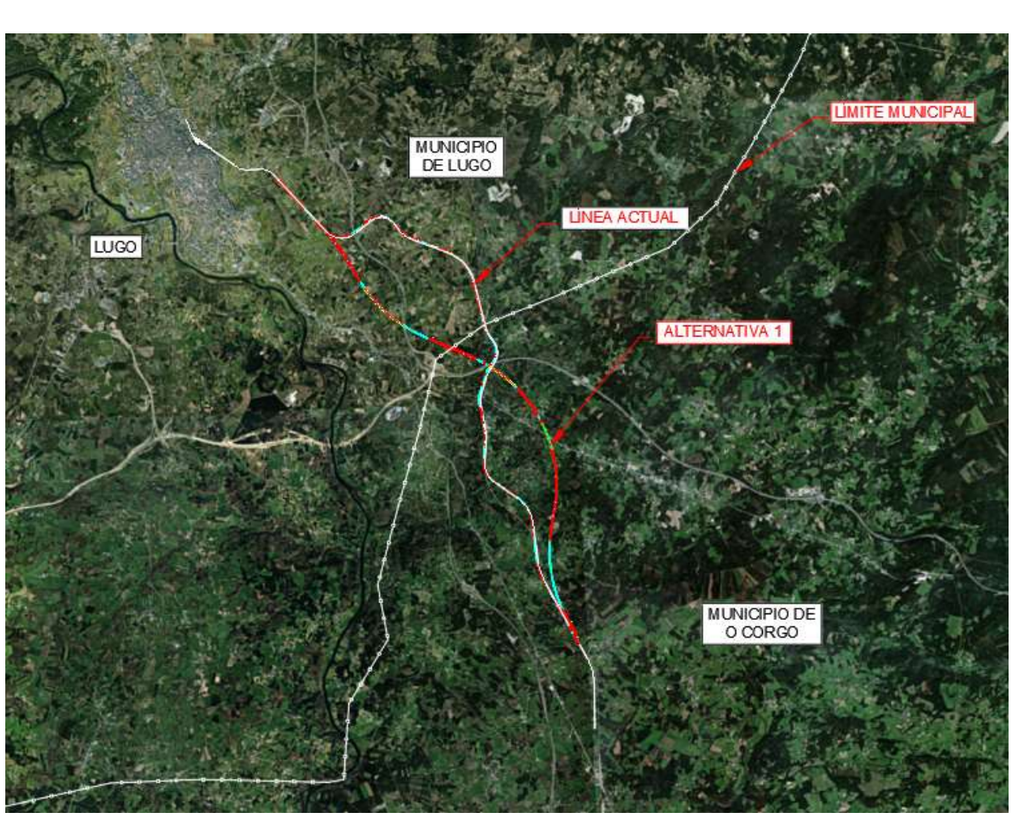
En alzado, la nueva línea está diseñada con unas pendientes comprendidas entre 5‰ y 20‰, valores inferiores a los límites normales impuestos por la normativa. Del mismo modo, dicho trazado presenta parámetros de acuerdos verticales amplios con valores mínimos en torno a los 22.000 metros.

Debido a la moderada hidrografía de la zona de actuación y el gran desnivel existente en las principales cuencas fluviales del terreno, es necesario disponer dos viaductos con longitudes de 550 y 670 metros de longitud sobre los ríos San Mamede y Chamoso respectivamente. Además, con el fin de disminuir al máximo la longitud de dichas estructuras, se diseñan con alturas máximas de estribo de 13 metros y vanos equidistantes de treinta metros de longitud en ambos casos.

Todas estas características descritas anteriormente y relacionados con la infraestructura presente en la zona de actuación han resultado ser grandes condicionantes a la hora del diseño del trazado en alzado. Además, la existencia de un terreno ondulado, el cual permite el diseño de desmontes con cotas de coronación de hasta veintiocho metros de altura imposibilita el diseño de estructuras subterráneas tipo túnel debido a la inexistencia de coberturas de tierra de más de treinta metros necesarias para la estabilidad de la obra en sí y las limitaciones de diseño debidas a la imposición por normativa de una pendiente longitudinal mínima de 5‰.

La imposibilidad de diseño de este tipo de estructuras aumenta considerablemente el volumen de exceso de tierras resultante de la obra, que asciende a una cantidad aproximada de 500.000 metros cúbicos, si bien se ha intentado reducir dicha cantidad al máximo disponiendo terraplenes con alturas máximas de hasta dieciocho metros.

Asimismo, prácticamente la totalidad del trazado discurre a través de suelos rústicos de bajo valor económico - ambiental, a excepción del último tramo del trazado en el municipio de O Corgo. En puntos singulares, la traza también afecta a suelos urbanizables, sobre todo en el municipio de Lugo.



6.2.2. ALTERNATIVA 2:

La alternativa 2, con poco más de doce kilómetros de longitud, discurre ininterrumpidamente a través del margen izquierdo de la línea de ferrocarril existente, sin cortar el trazado de la misma en ningún punto.

La traza, con una representación muy suave y homogénea, está compuesta por radios mínimos normales de 3.100 metros de longitud. De especial interés es la zona de intersección del trazado con los enlaces que unen la Autovía A-54 dirección oeste hacia Santiago y la carretera LU-546 dirección sur hacia Monforte con la Autovía A-6 cerca del pueblo de Nadela. Debido a la proximidad de la población y la infraestructura civil existente en la zona, es necesario que la traza discurra a través de dichos enlaces mediante pasos superiores en torno al P.K. 5+200 permitiendo gálibos verticales de aproximadamente doce metros, una solución similar a la adoptada para el trazado de la Nacional VI en la misma zona.

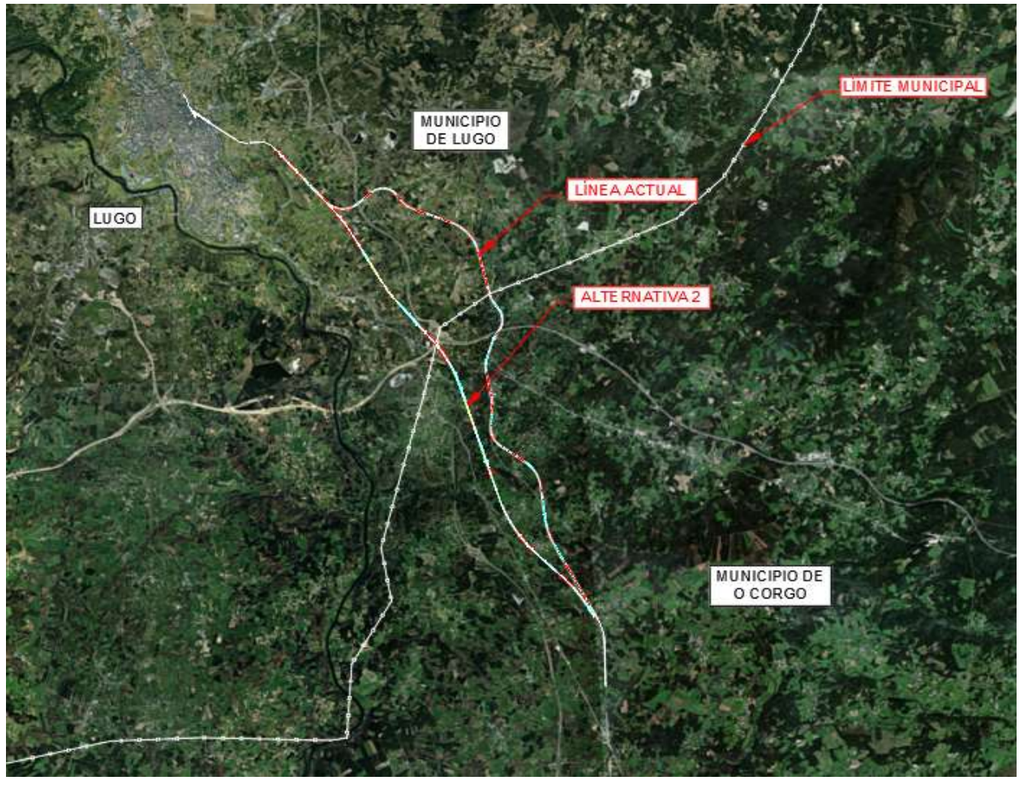
En alzado, la nueva línea está diseñada con unas pendientes comprendidas entre 9‰ y 20‰, valores inferiores a los límites normales impuestos por la normativa, si bien la inexistencia de cruces con grandes infraestructuras tales como el ferrocarril o la Autovía han permitido una mayor flexibilidad a la hora del diseño de las rasantes al no existir limitaciones de gálibos verticales, en este caso, dicha alternativa presenta un mayor número de alineaciones con máximas pendientes, con el fin de reducir al máximo el volumen de tierra excavada. Del mismo modo, dicho trazado presenta parámetros de acuerdos verticales amplios con valores mínimos normales en torno a los 21.000 metros.

Al igual que la alternativa anterior, debido a la moderada hidrografía presente en la zona de actuación y el gran desnivel existente en las principales cuencas fluviales del terreno, es necesario disponer dos viaductos con longitudes de 570 y 370 metros de longitud sobre los ríos San Mamede y Chamoso respectivamente. Además, con el fin de disminuir al máximo la longitud de dichas estructuras, se diseñan con alturas máximas de estribo de 12 metros y vanos equidistantes de treinta metros de longitud en ambos casos.

La presencia de un terreno ondulado ha permitido el diseño de desmontes con alturas de hasta veinticinco metros sobre el eje, compensados con terraplenes con alturas máximas de 15 metros. Debido a todos estos condicionantes, de nuevo no se han diseñado estructuras subterráneas tipo túnel debido a la inexistencia de coberturas de tierra de más de treinta metros necesarias para la estabilidad de la obra en sí y las limitaciones de diseño debidas a la imposición por normativa de una pendiente longitudinal mínima de 5‰.

La imposibilidad de diseño de este tipo de estructuras aumenta considerablemente el volumen de exceso de tierras resultante de la obra, que asciende a una cantidad aproximada de 245.000 metros cúbicos, si bien se trata de la alternativa que presenta una mejor compensación.

Asimismo, prácticamente toda la totalidad del trazado discurre a través de suelos rústicos. En puntos singulares, la traza también afecta a suelos urbanizables, sobre todo en el municipio de Lugo.



6.2.3. ALTERNATIVA 3:

El trazado de la alternativa 3 es el de mayor longitud. Sus trece kilómetros y medio discurren a través del margen derecho de la vía de ferrocarril actual, cruzándola a través de dos puntos distintos situados en los P.K. 2+100 y 4+980 a través de dos pasos superiores permitiendo un gálibo vertical de catorce y nueve metros respectivamente.

Del mismo modo, dicho trazado atraviesa la autopista A-6 en dos puntos distintos situados en ambos municipios de la zona de actuación. El primero de ellos, está resuelto mediante un paso superior situado en el P.K. 2+230 permitiendo un gálibo vertical de catorce metros. El segundo de ellos, situado en el P.K. 7+200, se diseña mediante un viaducto que permite un gálibo vertical de más de diez metros.

Ya hacia el sur, en el municipio de O Corgo, la nueva línea atraviesa la Nacional VI a través de un paso superior en el P.K. 9+270 permitiendo un gálibo vertical de doce metros.

La traza en planta presenta un aspecto poco homogéneo debido a los núcleos poblacionales y zonas de protección existentes en la zona, si bien está constituida por radios mínimos normales recogidos por normativa de 3.100 metros.

En alzado, la nueva línea está diseñada con unas pendientes comprendidas entre 0,45‰ y 19‰, valores inferiores a los límites normales impuestos por la normativa. Del mismo modo, dicho trazado presenta parámetros de acuerdos verticales amplios con valores mínimos en torno a los 21.000 metros.

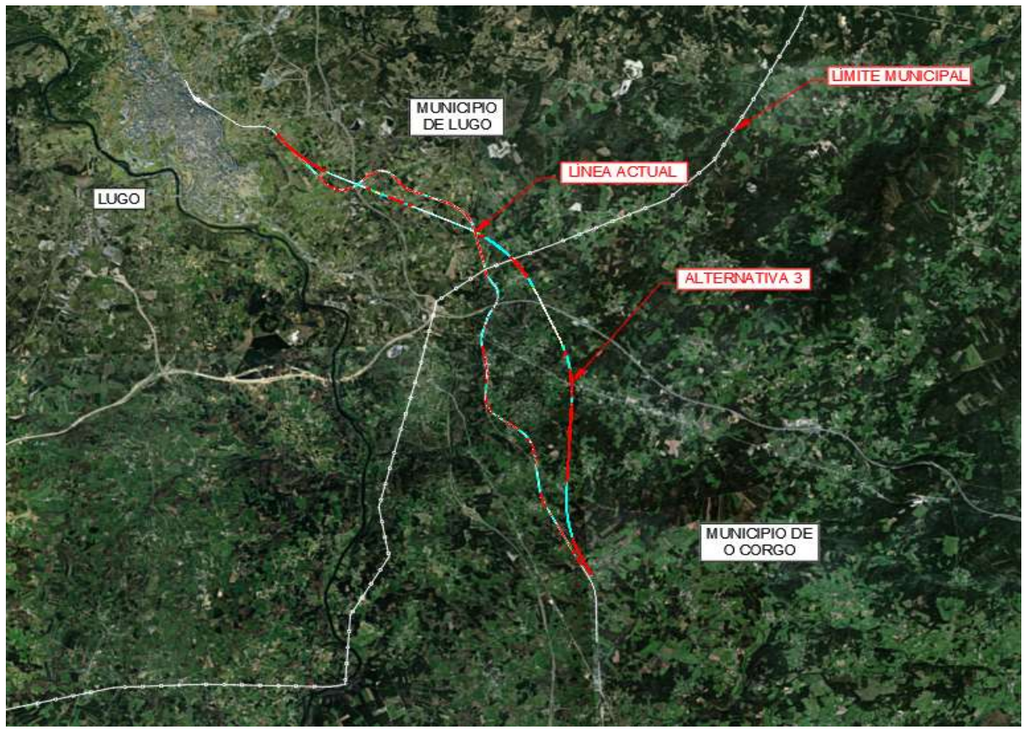
Debido a la suave hidrografía de la zona de actuación y el escaso desnivel existente en las principales cuencas fluviales del terreno, es necesario únicamente disponer un sólo viaducto con una longitud de 550 metros sobre el río Chamoso. Además, con el fin de disminuir al máximo la longitud de dicha estructura, se diseña con una altura máxima de estribo de trece metros y vanos equidistantes de treinta metros de longitud.

La existencia de múltiples obstáculos que obligan la disposición de gálibos verticales mínimos ha condicionado en gran medida dicha alternativa. No obstante, la presencia de un terreno ondulado ha permitido el diseño de rasantes muy tendidas, si bien se ha intentado compensar el volumen de tierras excavado diseñando desmontes con alturas máximas de treinta metros sobre el eje y terraplenes de hasta veinticinco metros con el fin de evitar el diseño de nuevas estructuras.

De nuevo, todos estos condicionantes imposibilitan el diseño de estructuras subterráneas tipo túnel debido a la inexistencia de coberturas de tierra de más de treinta metros necesarias para la estabilidad de la obra en sí y las limitaciones de diseño debidas a la imposición por normativa de una pendiente longitudinal mínima de 5‰.

Finalmente, con un volumen de prácticamente 860.000 metros cúbicos, es la alternativa que presenta una peor compensación de tierras.

Asimismo, prácticamente la totalidad del trazado discurre a través de suelos rústicos, a excepción del último tramo del trazado en el municipio de O Corgo. En puntos singulares, la traza también afecta a suelos urbanizables, sobre todo en el municipio de Lugo, afectando a ciertos núcleos poblacionales de pequeño tamaño.



6.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS:

Para la evaluación individual de cada una de las alternativas, se han elegido una serie de criterios basados en los siguientes aspectos:

1. **Aspectos del trazado:** Valora la geometría y la calidad del trazado, tanto en planta como en perfil, en cuanto a velocidades de proyecto, calidad de las conexiones con el resto de líneas de ferrocarril convencional, la complejidad que ofrece el uso de varios anchos de vía y en especial atendiendo a los siguientes aspectos geométricos:

    - Longitud del tramo.
    - Velocidad de proyecto y tiempos de recorrido.
    - Radios mínimos.
    - Pendientes máximas y mínimas.
    - Parámetros de acuerdos verticales.
    - Longitud de viaductos.

2. **Aspectos medioambientales:** Valora el impacto ambiental que genera cada alternativa, es decir, el grado de afección al medio ambiente que se produce debido al movimiento de tierras y la dimensión del proyecto. Debido a la singularidad del trazado los diagramas de masas ofrecen unos volúmenes de desmonte muy superiores a los de terraplén. En particular, se hará especial hincapié en los siguientes aspectos:

    - Diagrama de masas.
    - Contaminación acústica.
    - Afección a ríos.
    - Creación del efecto barrera.
    - Protección del patrimonio histórico.

3. **Aspectos sociales:** Presta especial atención a los núcleos urbanos, evaluando las construcciones y viviendas afectadas, así como la funcionalidad futura. Por otra parte, se evaluará la afección que produce el trazado a los suelos y caminos existentes. En particular, se prestará atención a los siguientes aspectos sociales:

    - Edificaciones y caminos afectados.
    - Impacto paisajístico y movilidad poblacional.
    - Afección al suelo urbano, no urbanizable y especial protección.

4. **Aspectos económicos:** Relacionado principalmente con el macrocoste de cada alternativa, es decir, una valoración económica aproximada con un presupuesto simplificado dividido en capítulos, cuyo objetivo no es otro que permitir una comparación del coste económico entre las distintas alternativas. No se pretende que los cálculos realizados en este apartado sirvan de base para el presupuesto final de la alternativa finalmente elegida. Los principales capítulos a los que se prestará interés son:

    - Movimiento de tierras.
    - Drenaje.
    - Estructuras.
    - Superestructuras.
    - Instalaciones.
    - Varios.

En un primer lugar realizaremos una valoración superficial atendiendo a las características de cada alternativa descritas hasta el momento y analizadas de una forma global. Una calificación tipo **“Alto”** se considera favorable, mientras que una calificación tipo **“Bajo”** se considera desfavorable. Finalmente, se realizará un análisis más riguroso y objetivo con el fin de seleccionar la solución final.

6.3.1. ASPECTOS DEL TRAZADO:

ASPECTOS GEOMÉTRICOS

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Longitud Total	13.160 m	12.300 m	13.550 m
Tiempo recorrido	3,30 min	3,10 min	3,40 min
V. Proyecto	240 km/h	240 km/h	240 km/h
Radio mínimo	2.650 m	3.100 m	3.100 m
Pendiente máx.	20‰	20‰	19‰
Pendiente mín.	5‰	9‰	0,45‰
KV mínimo	22.000 m	21.000 m	21.000 m
Metro Viaducto	1.220 m	940 m	550 m
Valoración	**Bajo**	**Alto**	**Medio**

La alternativa 1 es, aparentemente, la peor en cuanto a criterios de trazado, debido a que presenta radios excepcionales en una de sus curvas y mayor disposición de estructuras por metro lineal.

La alternativa 3, pese a ser la alternativa de mayor recorrido, presenta pendientes longitudinales mínimas y una menor disposición de estructuras.

Por último, la alternativa 2, dispone de una traza más homogénea que junto a su corto recorrido permite una mejor valoración geométrica global.

A continuación, valoramos las alternativas en cuanto a sus aspectos funcionales y en concreto, atendiendo a su vez a la utilidad futura de la vía, es decir, la utilidad que se le puede dar a la estructura en términos de cuál de ellas ofrece una mejor explotación comercial, atendiendo a diversos criterios como el tiempo de recorrido de cada una de ellas:

ASPECTOS FUNCIONALES

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Calidad trazado	**Medio**	**Alto**	**Alto**
Utilidad futura	**Bajo**	**Alto**	**Medio**

6.3.2. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES:

En este criterio lo más importante es la afección al medio ambiente que se produce debido al movimiento de tierras.

Todas las alternativas presentan exceso de tierras, las cuales deben de llevarse a vertedero. Dentro de estas tres opciones, la alternativa 2 es la que presenta una mejor compensación:

ALTERNATIVA 1

Excavación total	2.266.600,74 m^3
Aporte total	1.778.037,62 m^3
Diagrama de masas	**488.563,12 m^3**

ALTERNATIVA 2

Excavación total	1.524.768,34 m^3
Aporte total	1.278.928,40 m^3
Diagrama de masas	**245.839,94 m^3**

ALTERNATIVA 3

Excavación total	2.971.838,74 m^3
Aporte total	2.113.676,53 m^3
Diagrama de masas	**858.162,21 m^3**

Uno de los principales impactos de las infraestructuras lineales, entre ellas las líneas ferroviarias, es el elemento de corte que genera la obra en el territorio.

Dicho efecto puede cuantificarse en función del número de núcleos poblacionales afectados y la existencia de pasos superiores e inferiores que permitan la comunicación con las distintas parcelas situadas a ambos márgenes de la línea.

En este sentido, el trazado de la alternativa 3 es la que presenta una traza menos uniforme y de mayor longitud, afectando a un importante número de poblaciones. Del mismo modo, dicha traza es la que presenta un mayor número de pasos superiores e inferiores, siendo la alternativa 2 la que dispone de un menor número de dichas estructuras, incrementando así el efecto barrera en el territorio.

En cuanto a la contaminación acústica, ésta depende en gran medida de la proximidad a edificaciones. Una forma de cuantificación puede basarse en un estudio simplificado basado en el número de edificaciones afectadas visual y acústicamente por el trazado al encontrarse a una distancia menor o igual a cien metros de la traza. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Distancia ≤ 100 m de traza	**7**	**8**	**5**

Debido a que la alternativa 2 posee un trazado que afecta directamente al pueblo de *Nadela*, aparentemente, es la opción que produce un mayor impacto visual y sonoro, si bien se ha intentado minimizar al máximo dicho efecto llevando el trazado por el exterior del pueblo.

La zona de actuación presenta una densidad hidrográfica importante. Las alternativas 1 y 2 respetan en mayor medida dichos cauces fluviales mediante la disposición de viaductos.

Por último, queda totalmente prohibida la construcción en espacio protegido, por lo que de este modo, el trazado de las alternativas no afecta a patrimonio histórico.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Diagrama de masas	**Medio**	**Alto**	**Bajo**
Contaminación acústica	**Medio**	**Bajo**	**Alto**
Afección cauces fluviales	**Medio**	**Medio**	**Alto**
Efecto barrera	**Alto**	**Medio**	**Alto**
Patrimonio histórico	**Bajo**	**Bajo**	**Bajo**

6.3.3. ASPECTOS SOCIALES:

En este apartado se tendrán en cuenta las afecciones que produce cada alternativa al ser humano, evaluando el número de construcciones y viviendas afectadas:

ALTERNATIVA 1

Viviendas unifamiliares afectadas	4
Naves comerciales	1
Total de edificaciones afectadas	**5**

ALTERNATIVA 2

Viviendas unifamiliares afectadas	2
Naves comerciales	1
Total de edificaciones afectadas	**3**

ALTERNATIVA 3

Viviendas unifamiliares afectadas	2
Naves comerciales	0
Total de edificaciones afectadas	**2**

La superficie de suelo afectada por el trazado de cada una de las alternativas y clasificada según el tipo de suelo en las categorías de *suelo urbano*, *suelo no ubanizable* y *suelo de protección*, tal y como ordena el Plan General de Ordenación Municipal de los municipios de Lugo y O Corgo, pertenecientes a la zona de actuación, puede extraerse de la siguiente tabla resumen.

En el *Apéndice 06: Planos de las alternativas*, puede consultarse de manera gráfica la afección que dichos trazados producen sobre el tipo de suelo en ambos municipios.

TIPOS DE SUELO. PGOM

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Afec. suelo urbano	17.600 m^2	13.200 m^2	14.800 m^2
Afec. suelo no urb.	271.500 m^2	270.000 m^2	173.500 m^2
Afec. suelo protec.	3.600 m^2	3.900 m^2	1.200 m^2

Atendiendo a criterios relacionados con el número de viviendas afectadas y caminos repuestos, el impacto paisajístico, que vendrá condicionado por la construcción de estructuras singulares tales como viaductos, de alto impacto y túneles, de bajo impacto y afecciones a los distintos tipos de suelo, se realiza un estudio de los distintos aspectos sociales:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Edificaciones afectadas	**Alto**	**Medio**	**Bajo**
Caminos afectados	**Medio**	**Alto**	**Medio**
Impacto paisajístico	**Medio**	**Medio**	**Alto**
Movilidad Población	**Medio**	**Alto**	**Medio**
Afección suelo urbano	**Alto**	**Medio**	**Medio**
Afección suelo no urbanizable	**Medio**	**Medio**	**Bajo**
Afección suelo protección	**Bajo**	**Medio**	**Bajo**

6.3.4. ASPECTOS ECONÓMICOS:

Se valora el coste de cada una de las alternativas de una forma homogénea, dividiendo en varios capítulos el presupuesto de cada obra. Estos capítulos estarán referidos al movimiento de tierras, drenaje, estructuras, superestructura, instalaciones y obras complementarias.

Destacar que no se pretende que los cálculos realizados en este apartado sirvan de base para el presupuesto final de la alternativa finalmente elegida.

Un resumen de los presupuestos de cada una de ellas es el siguiente:

ALTERNATIVA 1

CAPÍTULO	COSTE (€)
Movimiento de tierras	11.793.490,73 €
Drenaje	3.290.000,00 €
Estructuras	15.517.641,25 €
Superestructuras	17.896.000,00 €
Instalaciones	13.489.000,00 €
Varios	3.990.140,00 €
SUBTOTAL (P.E.M.) = 70.264.729,66 €	

ALTERNATIVA 2

CAPÍTULO	COSTE (€)
Movimiento de tierras	8.622.450,13 €
Drenaje	3.075.000,00 €
Estructuras	13.117.379,00 €
Superestructuras	16.735.000,00 €
Instalaciones	12.607.500,00 €
Varios	3.746.950,00 €
SUBTOTAL (P.E.M.) = 61.668.057,27 €	

ALTERNATIVA 3

CAPÍTULO	COSTE (€)
Movimiento de tierras	14.573.422,03 €
Drenaje	3.387.500,00 €
Estructuras	9.946.666,50 €
Superestructuras	18.422.500,00 €
Instalaciones	13.888.750,00 €
Varios	4.241.075,00 €
SUBTOTAL (P.E.M.) = 68.649.807,91 €	

6.4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA:

Para la selección de la alternativa a proyectar nos basaremos en métodos multicriterio como el *"Método de las medias ponderadas"* con el fin de asignar a cada una de ellas distintas puntuaciones para los aspectos anteriormente estudiados.

Se valorará entre 1 y 0, siendo ésta última la puntuación más baja y entendiendo este factor a modo comparativo. Los pesos obligados a cada criterio serán los siguientes:

- Aspectos del trazado 25%
- Aspectos medioambientales 25%
- Aspectos sociales 15%
- Aspectos económicos 35%

Finalmente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, escogeremos aquella alternativa que obtenga una mejor puntuación conjunta.

6.4.1. PUNTUACIONES ESTABLECIDAS:

- ***Aspectos del trazado:***

  - **Longitud total:** Se asignará un uno a una longitud igual o inferior a 12.000 metros y un cero a una longitud igual o superior a 13.500 metros.
  - **Tiempo de recorrido:** Se asignará un uno a un tiempo de recorrido igual o inferior a tres minutos y un cero a un tiempo de recorrido igual o superior a cuatro minutos.
  - **Velocidad de proyecto:** Se asignará un uno a velocidades de proyecto superiores a 300 km/h y un cero a velocidades inferiores a 200 km/h.
  - **Radio mínimo:** Se asignará un uno a longitudes de radios de 3.500metros y un cero a longitudes inferiores de 3.000 metros.
  - **Pendiente longitudinal media:** Se asignará un uno a pendientes inferiores a diez milésimas y un cero a pendientes superiores a veinte milésimas.
  - **Acuerdo vertical (KV):** Se asignará un uno a valores de acuerdos verticales superiores a 25.000 metros y un cero a valores iguales o inferiores a 20.000 metros.
  - **Metro viaducto:** Se asignará un uno a longitudes de viaductos inferiores a 600 metros y un cero a longitudes superiores a 1.200 metros.
  - **Calidad del trazado:** Se asignará un uno a aquellas alternativas cuya puntuación media relacionada con los aspectos geométricos supere 0,5 y un cero a aquellas cuya puntuación sea inferior a 0,2.
  - **Utilidad futura:** Se asignará un uno a aquellas alternativas cuya puntuación media relacionada con los aspectos geométricos supere 0,5 y un cero a aquellas cuya puntuación sea inferior a 0,2.

ASPECTOS GEOMÉTRICOS

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Longitud Total	0,23	0,80	0,00
Tiempo recorrido	0,50	0,83	0,33
V. Proyecto	0,40	0,40	0,40
Radio mínimo	0,00	0,20	0,20
Pendiente media	0,75	0,60	1,00
KV mínimo	0,40	0,20	0,20
Metro Viaducto	0,00	0,57	1,00
Calidad trazado	0.40	1,00	0.84
Utilidad futura	0.40	1,00	0,84
TOTAL MEDIA	**0,34**	**0,62**	**0,53**
Valoración	**Bajo**	**Alto**	**Medio**

- ***Aspectos medioambientales:***

  - **Desmonte:** Se asignará un uno a un volumen de desmonte igual o inferior a 1.000.000 de metros cúbicos y un cero a un volumen superior a 3.000.000 de metros cúbicos.
  - **Terraplén:** Se asignará un uno a un volumen de terraplén igual o inferior a 1.000.000 de metros cúbicos y un cero a un volumen superior a 3.000.000 de metros cúbicos.
  - **Diagrama de masas:** Se asignará un uno a un balance de tierras inferior a 200.000 metros cúbicos y un cero a un volumen superior a 1.000.000 de metros cúbicos.
  - **Contaminación acústica:** Se asignará un uno si dentro a una distancia igual o inferior a cien metros, existen cero edificaciones, y un cero si existen más de diez.
  - **Afección cauces fluviales:** Se asignará un uno si el trazado no afecta a ningún cauce o si se minimiza esta afección mediante la construcción de un viaducto, mientras que se asignará un cero si afecta al menos a dos o más cauces sin el viaducto apropiado.
  - **Efecto barrera:** Se asignará un uno si existe de media al menos un paso cada 500 metros y se asignará un cero si tan solo existe uno cada kilómetro.
  - **Patrimonio histórico:** Se asignará un uno si no hay afección sobre estos elementos y un cero si afecta a alguno de ellos o hay afección sobre las áreas de respeto de tres o más de estos elementos.

ASPECTOS MEDIAMBIENTALES

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Desmonte	0,37	0,75	0,02
Terraplén	0,63	0,86	0,55
Diagrama masas	0,65	0,73	0,18
Cont. acústica	0,26	0,12	0,48
Afección cauces	0,48	0,24	1,00
Efecto barrera	0,58	0,20	0,88
Pat. histórico	1,00	1,00	1,00
TOTAL MEDIA	**0,57**	**0,55**	**0,59**
Valoración	**Medio**	**Medio**	**Alto**

- **Aspectos sociales:**

  - **Edificaciones afectadas:** Se asignará un uno si el trazado no afecta a viviendas y un cero si afecta a más de seis.
  - **Caminos afectados:** Se asignará un uno si no es necesario reponer caminos y un cero si se deben de reponer más de un kilómetro y medio.
  - **Impacto paisajístico:** Se asignará un cero si existen tres o más estructuras tipo viaducto o terraplenes con alturas superiores a veinte metros y un uno si no existe ninguna estructura de este tipo.
  - **Afección suelo urbano:** Se asignará un uno si la zona afectada es menor a 10.000 metros cuadrados y un cero si es superior a 50.000 metros cuadrados.
  - **Afección suelo no urbanizable:** Se asignará un uno si la zona afectada es menor a 50.000 metros cuadrados y un cero si es superior a 500.000 metros cuadrados.
  - **Afección suelos protección:** Se asignará un uno si no existe zona afectada y un cero si es superior a 5.000 metros cuadrados.

ASPECTOS SOCIALES

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Edif. afectadas	0,16	0,40	0,67
Caminos afectados	0,26	0,13	0,20
Impacto paisajístico	0,50	0,50	0,00
Afecc. suelo urbano	0,76	0,32	0,48

Afec. suelo no urb.	0,43	0,40	0,27
Afec. suelo protec.	0,36	0,39	0,12
TOTAL MEDIA	**0,42**	**0,35**	**0,29**
Valoración	**Alto**	**Medio**	**Bajo**

- **Aspectos económicos:**

  × **Subtotal P.E.M:** Se asignará un uno si el presupuesto de ejecución material es inferior a cincuenta millones y un cero si es superior a cien millones de euros.

ASPECTOS ECONÓMICOS

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Subtotal P.E.M	0,64	0,76	0,60
TOTAL MEDIA	**0,64**	**0,76**	**0,60**
Valoración	**Medio**	**Alto**	**Medio**

6.4.2. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS:

Obtenemos la matriz decisional estudiando las distintas alternativas del trazado:

MATRIZ DECISIONAL				
	A1	**A2**	**A3**	**A4**
ALTERNATIVA 1	0,34	0,57	0,42	0,64
ALTERNATIVA 2	0,62	0,55	0,35	0,76
ALTERNATIVA 3	0,53	0,59	0,29	0,60

PESOS	**0,25**	**0,25**	**0,15**	**0,35**

A1 = Aspectos del Trazado
A2 = Aspectos Medioambientales
A3 = Aspectos Sociales
A4 = Aspectos Económicos

Una vez obtenida la matriz decisional, es preciso homogeneizarla. Aplicaremos la siguiente fórmula, obteniendo como resultado números comprendidos entre 0 y 1.

$$h_{ij} = \frac{v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}{\max_{i=1,n} v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}$$

MATRIZ HOMOGENEIZADA				
	A1	**A2**	**A3**	**A4**
ALTERNATIVA 1	0,00	0,50	1,00	0,25
ALTERNATIVA 2	1,00	0,00	0,46	1,00
ALTERNATIVA 3	0,68	1,00	0,00	0,00

A continuación se multiplican los valores homogeneizados por los pesos correspondientes a cada criterio:

MATRIZ DE VALORES PONDERADOS				
	A1	**A2**	**A3**	**A4**
ALTERNATIVA 1	0,00	0,13	0,00	0,09
ALTERNATIVA 2	0,25	0,00	0,06	0,35
ALTERNATIVA 3	0,17	0,25	0,00	0,00

Valoración final de cada alternativa:

	VALOR
ALTERNATIVA 1	0,21
ALTERNATIVA 2	**0,66**
ALTERNATIVA 3	0,42

La alternativa idónea de diseño tras el proceso de evaluación según los diferentes aspectos desarrollados anteriormente es finalmente la **ALTERNATIVA 2.**

6.5. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA:

La alternativa 2 es la solución técnica diseñada con Alta Velocidad de proyecto de 240 km/h, consistente en una variante exterior que se sitúa hacia el Oeste de la línea convencional de ferrocarril actual.

Dicha solución nace en la estación actual de la ciudad de Lugo, situada al sur de la ciudad, discurriendo a través de la doble vía actual en ancho mixto hasta un desvío situado próximo a Louzaneta, a partir del cual comienza el trazado de nueva construcción en doble vía y ancho internacional en dirección sur hasta un punto situado a una distancia aproximada de cuatro kilómetros del pueblo de O Corgo, a una distancia de cien metros de la línea de ferrocarril actual existente.

Las estructuras singulares del nuevo trazado son las siguientes:

TRAMO 1: ESTACIÓN DE FERROCARRIL – LOUZANETA

Pasos Superiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1	P.K. 0+970	149,75 m^2

Pasos Inferiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1	P.K. 0+120	115,70 m^2

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

Pasos Superiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1	P.K. 0+215	155,70 m^2
Paso Superior 2	P.K. 0+525	160,30 m^2
Paso Superior 3	P.K. 2+200	236,45 m^2
Paso Superior 4	P.K. 2+620	436,50 m^2
Paso Superior 5	P.K. 3+240	184,80 m^2
Paso Superior 6	P.K. 4+380	746,50 m^2
Paso Superior 7	P.K. 4+660	568,60 m^2
Paso Superior 8	P.K. 4+800	243,45 m^2
Paso Superior 9	P.K. 5+160	1.594,80 m^2
Paso Superior 10	P.K. 5+520	2.047,20 m^2
Paso Superior 11	P.K. 5+740	942,70 m^2

Pasos Inferiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1	P.K. 0+800	111,40 m^2
Paso Inferior 2	P.K. 0+360	123,12 m^2
Paso Inferior 3	P.K. 0+880	126,75 m^2
Paso Inferior 4	P.K. 7+080	221,30 m^2
Paso Inferior 5	P.K. 10+840	296,15 m^2

O.D.T.	P.K. Inicial
O.D.T.	P.K. 8+280

El resumen de la alternativa en cuanto a sus estructuras es el siguiente:

ALTERNATIVA 2: ESTRUCTURAS

Viaducto 1	280 m
Viaducto 2	570 m
Viaducto 3	370 m
Longitud en viaducto	**1.220 m**
Pasos Superiores	**7.466,75 m^2**
Pasos Inferiores	**994,42 m^2**

LONGITUD TOTAL DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD

Longitud Tramo Estación ffcc - Louzaneta	1.595 m
Longitud Tramo Alta Velocidad	12.300 m
Longitud total de la Línea de Alta Velocidad	**13.895 m**

El movimiento de tierras que genera esta alternativa se muestra a continuación:

ALTERNATIVA 2

Excavación total	1.628.058,54 m^3
Aporte total	1.285.819,51 m^3
Diagrama de masas	**342.239,03 m^3**

El coste de la alternativa es el siguiente:

ALTERNATIVA 2

CAPÍTULO	COSTE (€)
Movimiento de tierras	9.216.520,65 €
Drenaje	3.473.750,00 €
Estructuras	15.604.975,25 €
Superestructuras	17.084.000,00 €
Instalaciones	14.242.375,00 €
Varios	4.203.017,50 €
SUBTOTAL (P.E.M.) = 67.973.239,89 €	

En el *Documento número 2: Planos* y en el *Documento número 3: Presupuesto* de este anteproyecto se desarrolla con un mayor grado de detalle la alternativa elegida.

7. CONCLUSIÓN FINAL:

El presente estudio de alternativas ha sido redactado y desarrollado según la normativa en vigor, resultando elegida la **ALTERNATIVA 2**.

Se recogen tanto los listados de trazado en planta y alzado de las distintas alternativas como los planos de definición en forma de *Apéndices* en este mismo *Anejo*.

APÉNDICE 01: *Listado de alineaciones*

TRAMO COMÚN:

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	617.120	0.000	618215.643	4763659.352			140.3592	0.8056881	-0.5923400
	CLOT.	60.463	617.120	618712.849	4763293.807		159.000	140.3592	618712.849	4763293.807
2	CIRC.	217.841	677.583	618762.401	4763259.185	-418.121		135.7561	618985.088	4763613.071
	CLOT.	60.463	895.424	618968.093	4763195.296		159.000	102.5882	619028.541	4763195.752
3	RECTA	178.758	955.887	619028.541	4763195.752			97.9852	0.9994992	0.0316425
	CLOT.	70.330	1134.645	619207.209	4763201.409		160.000	97.9852	619207.209	4763201.409
4	CIRC.	255.149	1204.975	619277.510	4763201.370	364.000		104.1354	619253.881	4762838.138
	CLOT.	70.330	1460.124	619506.205	4763100.489		160.000	148.7598	619553.633	4763048.597
5	RECTA	64.669	1530.453	619553.633	4763048.597			154.9099	0.6505230	-0.7594865
			1595.122	619595.701	4762999.482			154.9099		

TRAMO COMÚN:

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	618215.643285	4763659.35176	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	618225.875991	4763651.82870									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-418.120631	159.000000	159.000000	159.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	619107.394854	4763198.24863	0.000000	159.000000	159.000000	159.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619169.040923	4763200.20025									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	364.000000	160.000000	160.000000	160.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	619586.674465	4763010.02073	0.000000	160.000000	160.000000	160.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619595.701400	4762999.48177									

ALTERNATIVA 1:

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	1646.986	0.000	619596.076	4762999.046			155.4506	0.6440491	-0.7649842
	CLOT.	320.000	1646.986	620656.816	4761739.127		1000.000	155.4506	620656.816	4761739.127
2	CIRC.	307.851	1966.986	620858.681	4761490.879	3125.000		158.7101	618368.235	4759603.208
	CLOT.	320.000	2274.837	621032.264	4761236.784		1000.000	164.9816	621190.117	4760958.470
3	RECTA	134.516	2594.837	621190.117	4760958.470			168.2411	0.4784312	-0.8781250
	CLOT.	320.000	2729.354	621254.474	4760840.348		1000.000	168.2411	621254.474	4760840.348
4	CIRC.	1663.945	3049.354	621412.326	4760562.034	-3125.000		164.9816	624076.355	4762195.611
	CLOT.	320.000	4713.298	622610.431	4759435.776		1000.000	131.0840	622897.963	4759295.414
5	RECTA	1125.643	5033.298	622897.963	4759295.414			127.8245	0.9059971	-0.4232838
	CLOT.	290.237	6158.941	623917.792	4758818.947		877.000	127.8245	623917.792	4758818.947
6	CIRC.	3219.410	6449.179	624178.425	4758691.332	2650.000		131.3108	622926.993	4756355.435
	CLOT.	290.237	9668.589	625552.559	4755996.397		877.000	208.6519	625502.772	4755710.501
7	RECTA	467.101	9958.826	625502.772	4755710.501			212.1382	-0.1895125	-0.9818783
	CLOT.	320.000	10425.927	625414.251	4755251.864		1000.000	212.1382	625414.251	4755251.864
8	CIRC.	1750.121	10745.927	625358.984	4754936.711	-3125.000		208.8787	628453.642	4754502.292
	CLOT.	320.000	12496.049	625600.970	4753226.405		1000.000	173.2255	625741.497	4752938.954
9	RECTA	352.530	12816.049	625741.497	4752938.954			169.9660	0.4544665	-0.8907638
			13160.000	625901.710	4752624.933			169.9660		

ALTERNATIVA 1:

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	619596.075811	4762999.04551	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619596.118602	4762998.99468									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	620988.106539	4761329.24517	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	621514.009560	4760363.98908									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	622092.154713	4759671.88887	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	624304.181190	4758638.42541									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	2650.000000	877.000000	877.000000	877.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	625796.535084	4757232.50783	0.000000	877.000000	877.000000	877.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	625332.381040	4754827.69154									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	625836.829498	4752642.08113	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	-50.000000	0.000000	0	0
	625857.171665	4752602.21007									

ALTERNATIVA 2:

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	1646.986	0.000	619596.076	4762999.046			155.4506	0.6440491	-0.7649842
	CLOT.	320.000	1646.986	620656.816	4761739.127		1000.000	155.4506	620656.816	4761739.127
2	CIRC.	307.851	1966.986	620858.681	4761490.879	3125.000		158.7101	618368.235	4759603.208
	CLOT.	320.000	2274.837	621032.264	4761236.784		1000.000	164.9816	621190.117	4760958.470
3	RECTA	1378.787	2594.837	621190.117	4760958.470			168.2411	0.4784312	-0.8781250
	CLOT.	320.000	3973.624	621849.771	4759747.723		1000.000	168.2411	621849.771	4759747.723
4	CIRC.	253.484	4293.624	622007.624	4759469.409	-3125.000		164.9816	624671.653	4761102.986
	CLOT.	320.000	4547.108	622148.745	4759258.925		1000.000	159.8177	622346.261	4759007.203
5	RECTA	568.225	4867.108	622346.261	4759007.203			156.5582	0.6306434	-0.7760727
	CLOT.	320.005	5435.333	622704.608	4758566.220		996.000	156.5582	622704.608	4758566.220
6	CIRC.	911.055	5755.338	622902.091	4758314.467	3100.000		159.8440	620398.610	4756486.195
	CLOT.	320.005	6666.393	623324.361	4757510.880		996.000	178.5536	623419.673	4757205.438
7	RECTA	2174.229	6986.398	623419.673	4757205.438			181.8394	0.2814126	-0.9595869
	CLOT.	320.005	9160.627	624031.528	4755119.076		996.000	181.8394	624031.528	4755119.076
8	CIRC.	1214.598	9480.632	624126.840	4754813.634	-3100.000		178.5536	627052.591	4755838.320
	CLOT.	320.005	10695.230	624739.835	4753774.063		996.000	153.6104	624960.984	4753542.822
9	RECTA	414.750	11015.235	624960.984	4753542.822			150.3246	0.7034921	-0.7107031
	CLOT.	320.005	11429.985	625252.757	4753248.058		996.000	150.3246	625252.757	4753248.058

10	CIRC.	634.572	11749.990	625473.906	4753016.818	3100.000		153.6104	623161.150	4750952.561
	CLOT.	320.005	12300.000	625845.230	4752503.597		996.000	166.6421	625995.695	4752221.216
11	RECTA	40.051	12704.567	625995.695	4752221.216			169.9279	0.4549991	-0.8904919
			12744.618	626013.918	4752185.550			169.9279		

ALTERNATIVA 2:

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	619596.075811	4762999.04551	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619596.118602	4762998.99468									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	620988.106539	4761329.24517	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	621514.009560	4760363.98908									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	621896.540293	4759560.63145	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	623078.426764	4758106.19657									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	623146.300637	4758137.60767	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	623960.126873	4755362.54758									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	624413.235599	4754096.18498	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	624946.064389	4753557.89450									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	625856.101722	4752604.30718	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	50.000000	0.000000	0	0
	626058.442502	4752208.30013									

ALTERNATIVA 3:

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	419.143	0.000	619596.076	4762999.046			155.4506	0.6440491	-0.7649842
	CLOT.	320.000	419.143	619866.024	4762678.408		1000.000	155.4506	619866.024	4762678.408
2	CIRC.	1132.093	739.143	620076.243	4762437.194	-3125.000		152.1912	622360.683	4764569.554
	CLOT.	320.000	1871.235	620980.218	4761765.995		1000.000	129.1284	621271.925	4761634.531
3	RECTA	2234.351	2191.235	621271.925	4761634.531			125.8689	0.9185708	-0.3952566
	CLOT.	320.005	4425.587	623324.335	4760751.388		996.000	125.8689	623324.335	4760751.388
4	CIRC.	2047.044	4745.592	623616.028	4760619.882	3100.000		129.1547	622245.456	4757839.318
	CLOT.	320.005	6792.636	625033.465	4759194.682		996.000	171.1930	625163.376	4758902.274
5	RECTA	859.895	7112.641	625163.376	4758902.274			174.4789	0.3902331	-0.9207161
	CLOT.	320.005	7972.537	625498.936	4758110.555		996.000	174.4789	625498.936	4758110.555
6	CIRC.	1147.320	8292.542	625618.711	4757813.851	3100.000		177.7647	622705.881	4756752.991
	CLOT.	320.005	9439.862	625805.209	4756688.416		996.000	201.3262	625787.542	4756368.937
7	RECTA	2002.931	9759.867	625787.542	4756368.937			204.6121	-0.0723826	-0.9973769
	CLOT.	320.005	11762.798	625642.565	4754371.260		996.000	204.6121	625642.565	4754371.260
8	CIRC.	1353.534	12082.803	625624.898	4754051.781	-3100.000		201.3262	628724.226	4753987.205
	CLOT.	320.005	13436.337	625888.355	4752735.072		996.000	173.5299	626027.588	4752446.986
9	RECTA	227.123	13756.342	626027.588	4752446.986			170.2441	0.4505714	-0.8927404
			13983.465	626129.923	4752244.224			170.2441		

ALTERNATIVA 3:

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	619596.075811	4762999.04551	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619596.118602	4762998.99468									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	620661.812807	4761897.05899	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	624615.047313	4760196.00116									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	624615.047313	4760196.00116	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	625561.939114	4757961.90456									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	625838.836489	4757075.73269	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	625605.346441	4753858.41702									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	626049.294785	4752226.42498	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	-80.000000	0.000000	0	0
	626058.504137	4752208.17801									

APÉNDICE 02: *Estado de rasantes*

TRAMO COMÚN:

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					25.192	421.968				
-3.444116	403.812	30000.000	920.011	418.886	718.105	419.581	1121.918	420.908	0.679	1.346
10.016292							1595.122	425.648		

ALTERNATIVA 1:

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					0.120	425.632				
19.990000	1160.823	40000.000	1551.372	456.642	970.960	445.039	2131.783	451.400	4.211	-2.902
-9.030567	660.196	30000.000	3806.776	436.274	3476.677	439.255	4136.874	440.557	1.816	2.201
12.975980	448.982	25000.000	4942.721	451.014	4718.230	448.101	5167.212	449.895	1.008	-1.796
-4.983288	549.332	25000.000	7080.908	440.359	6806.242	441.727	7355.574	445.025	1.509	2.197
16.990000	725.560	22000.000	9038.094	473.611	8675.314	467.448	9400.874	467.810	2.991	-3.298
-15.990000							13188.805	407.241		

ALTERNATIVA 2:

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					1.120	425.649				
19.990000	999.500	25000.000	1965.830	464.923	1466.080	454.933	2465.580	454.933	4.995	-3.998
-19.990000	859.570	21500.000	4023.516	423.790	3593.731	432.382	4453.301	432.382	4.296	3.998
19.990000	237.600	21600.000	4593.181	435.178	4474.381	432.803	4711.981	436.246	0.327	-1.100
8.990000	482.580	21000.000	6381.437	451.254	6140.147	449.085	6622.727	447.879	1.386	-2.298
-13.990000	849.500	25000.000	8205.491	425.736	7780.741	431.678	8630.241	434.227	3.608	3.398
19.990000	1139.400	30000.000	9641.388	454.439	9071.688	443.051	10211.088	444.190	5.409	-3.798
-17.990000							12718.412	399.084		

ALTERNATIVA 3:

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					0.120	425.632				
8.990000	426.180	21000.000	3453.563	456.679	3240.473	454.763	3666.653	454.270	1.081	-2.029
-11.304265	271.197	25000.000	5435.920	434.269	5300.322	435.802	5571.519	434.208	0.368	1.085
-0.456384	329.040	22000.000	7686.733	433.242	7522.213	433.317	7851.253	435.628	0.615	1.496
14.500000	837.250	25000.000	10096.978	468.191	9678.353	462.121	10515.603	460.241	3.505	-3.349
-18.990000							13953.169	394.962		

APÉNDICE 03: *Puntos singulares en planta y alzado*

TRAMO COMÚN:

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	618215.643	4763659.352	422.055	427.831
617.120	Planta	618712.849	4763293.807	419.929	418.930
677.583	Peralte	618762.401	4763259.185	419.721	420.000
718.105	Alzado	618797.690	4763239.297	419.581	423.147
895.424	Peralte	618968.093	4763195.296	419.495	420.000
955.887	Peralte	619028.541	4763195.752	419.705	425.000
1121.918	Alzado	619194.488	4763201.006	420.908	425.000
1134.645	Planta	619207.209	4763201.409	421.036	425.000
1204.975	Peralte	619277.510	4763201.370	421.740	424.051
1460.124	Peralte	619506.205	4763100.489	424.296	429.277
1530.453	Planta	619553.633	4763048.597	425.000	428.107
1595.122	Peralte	619595.701	4762999.482	425.648	425.859

ALTERNATIVA 1:

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	619596.076	4762999.046	425.630	425.862
970.960	Alzado	620221.422	4762256.276	445.039	440.060
1646.986	Planta	620656.816	4761739.127	452.840	453.323
1966.986	Planta	620858.681	4761490.879	452.549	459.378
2131.783	Alzado	620954.719	4761356.983	451.400	460.000
2274.837	Planta	621032.264	4761236.784	450.108	460.000
2594.837	Planta	621190.117	4760958.470	447.218	460.000
2729.354	Peralte	621254.474	4760840.348	446.004	460.000
3049.354	Peralte	621412.326	4760562.034	443.114	452.118
3476.677	Alzado	621659.880	4760214.129	439.255	407.782
4136.874	Alzado	622129.113	4759751.461	440.557	437.842
4713.298	Planta	622610.431	4759435.776	448.037	463.278
4718.230	Alzado	622614.788	4759433.466	448.101	463.163
5033.298	Planta	622897.963	4759295.414	450.204	469.005
5167.212	Alzado	623019.288	4759238.730	449.895	470.772
6158.941	Planta	623917.792	4758818.947	444.953	445.775
6449.179	Peralte	624178.425	4758691.332	443.507	430.000

6806.242	Alzado	624480.872	4758502.051	441.727	420.000
7355.574	Alzado	624889.408	4758136.285	445.025	436.088
8675.314	Alzado	625501.720	4756982.558	467.448	474.571
9400.874	Alzado	625575.382	4756263.022	467.810	456.814
9668.589	Peralte	625552.559	4755996.397	463.530	457.063
9958.826	Planta	625502.772	4755710.501	458.889	456.301
10425.927	Planta	625414.251	4755251.864	451.420	446.143
10745.927	Planta	625358.984	4754936.711	446.303	438.805

ALTERNATIVA 2:

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	619596.076	4762999.046	425.626	425.862
1466.080	Alzado	620540.303	4761877.518	454.933	451.435
1646.986	Planta	620656.816	4761739.127	457.895	453.323
1966.986	Planta	620858.681	4761490.879	459.928	459.378
2274.837	Planta	621032.264	4761236.784	458.019	460.000
2465.580	Alzado	621127.960	4761071.802	454.933	460.000
2594.837	Planta	621190.117	4760958.470	452.350	460.000
3593.731	Alzado	621668.019	4760081.317	432.382	395.000
3973.624	Peralte	621849.771	4759747.723	428.144	413.096
4293.624	Peralte	622007.624	4759469.409	429.783	444.682
4453.301	Alzado	622094.535	4759335.478	432.382	444.648
4474.381	Alzado	622106.516	4759318.134	432.803	445.030
4547.108	Peralte	622148.745	4759258.925	434.134	447.125
4711.981	Alzado	622248.915	4759127.984	436.246	445.191
4867.108	Peralte	622346.261	4759007.203	437.640	444.664
5435.333	Planta	622704.608	4758566.220	442.749	462.051
5755.338	Peralte	622902.091	4758314.467	445.626	463.840

6140.147	Alzado	623109.193	4757990.435	449.085	446.370
6622.727	Alzado	623309.638	4757551.988	447.879	435.573
6666.393	Peralte	623324.361	4757510.880	447.268	434.263
6986.398	Planta	623419.673	4757205.438	442.791	433.375
7780.741	Alzado	623643.211	4756443.197	431.678	433.046
8630.241	Alzado	623882.271	4755628.028	434.227	441.479
9071.688	Alzado	624006.500	4755204.421	443.051	453.551
9160.627	Planta	624031.528	4755119.076	444.697	455.000
9480.632	Peralte	624126.840	4754813.634	448.439	454.510
10211.088	Alzado	624446.906	4754158.913	444.190	438.430
10695.230	Peralte	624739.835	4753774.063	435.481	422.013
11015.235	Peralte	624960.984	4753542.822	429.724	415.843
11429.985	Peralte	625252.757	4753248.058	422.262	411.749
11749.990	Peralte	625473.906	4753016.818	416.506	408.333

ALTERNATIVA 3:

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	619596.076	4762999.046	425.631	425.862
419.143	Planta	619866.024	4762678.408	429.399	435.309
739.143	Planta	620076.243	4762437.194	432.276	438.642
1871.235	Planta	620980.218	4761765.995	442.453	463.785
2191.235	Planta	621271.925	4761634.531	445.330	460.000
3240.473	Alzado	622235.725	4761219.812	454.763	436.014
3666.653	Alzado	622627.201	4761051.362	454.270	466.719
4425.587	Planta	623324.335	4760751.388	445.691	474.321
4745.592	Peralte	623616.028	4760619.882	442.073	460.056
5300.322	Alzado	624089.060	4760331.531	435.802	431.280
5571.519	Alzado	624299.758	4760160.922	434.208	425.297
6792.636	Planta	625033.465	4759194.682	433.650	430.440
7112.641	Peralte	625163.376	4758902.274	433.504	430.560
7522.213	Alzado	625323.204	4758525.175	433.317	415.000
7851.253	Alzado	625451.607	4758222.223	435.628	418.486
7972.537	Planta	625498.936	4758110.555	437.386	422.458
8292.542	Planta	625618.711	4757813.851	442.026	433.586

9439.862	Peralte	625805.209	4756688.416	458.663	464.004
9678.353	Alzado	625793.352	4756450.243	462.121	452.922
9759.867	Planta	625787.542	4756368.937	463.170	457.119
10515.603	Alzado	625732.840	4755615.183	460.241	453.018
11762.798	Peralte	625642.565	4754371.260	436.557	422.561
12082.803	Peralte	625624.898	4754051.781	430.480	413.663
13436.337	Planta	625888.355	4752735.072	404.776	405.000

APÉNDICE 04: *Resumen de mediciones por eje*

TRAMO COMÚN:

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	10.426,70
Firme	24.899,50
Subbalasto	6.973,70
Revestimiento cuneta	368,80
Desmonte tierra	103.290,20
Terraplén	6.981,11
Balasto	7.499,20

ALTERNATIVA 1:

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	87.186,10
Firme	206.965,20
Subbalasto	58.273,20
Revestimiento cuneta	1814.70
Desmonte tierra	2.266.600,74
Terraplén	1.778.037,62
Balasto	61.507,60

ALTERNATIVA 2:

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	81.489,00
Firme	192.371,00
Subbalasto	54.464,90
Revestimiento cuneta	1.857,60
Desmonte tierra	1.524.768,34
Terraplén	1.278.928,40
Balasto	56.418,70

ALTERNATIVA 3:

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	89.725,1
Firme	212.373,3
Subbalasto	59.995,5
Revestimiento cuneta	2.191,7
Desmonte tierra	2.971.838,74
Terraplén	2.113.676,53
Balasto	62.654,3

APÉNDICE 05: *Presupuestos*

	PRESUPUESTO: TRAMO COMÚN	Precio unitario (€)	Medición	Coste (€)
CAPÍTULO I: Movimiento de tierras				
m^3	Excavación en desmonte en todo tipo de terreno	3,25 €	103.290,20	335.693,15 €
m^3	Terraplén con productos procedentes de excavación	1,15 €	6.981,11	8.028,28 €
m^3	Capa de forma	10,50 €	10.426,70	109.480,35 €
m^3	Subbalasto	20,20 €	6.973,70	140.868,74 €
			TOTAL *CAPÍTULO I*	**594.070,52 €**
CAPÍTULO II: Drenaje				
km	Drenaje longitudinal	130.000 €	1,595	207.350,00 €
km	Drenaje transversal	120.000 €	1,595	191.400,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO II*	**398.750,00 €**
CAPÍTULO III: Estructuras				
m^2	Estructura de hasta 20 metros de pila	575 €	840,00	483.000,00 €
m^2	Estructura de 20 a 40 metros de pila	625 €	2940,00	1.837.500,00 €
m^2	Estructura en pasos superiores	575 €	149,75	86.106,25 €
m^2	Estructura en pasos inferiores	700 €	115,70	80.990,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO III*	**2.487.596,25 €**
CAPÍTULO IV: Superestructura				
ml	Adaptación de la línea convencional a ancho mixto	200 €	1.595,00	319.000 €
ml	Levante y desguace de vía con corte permanente	30 €	1000	30.000 €
			TOTAL *CAPÍTULO IV*	**349.000,00 €**
CAPÍTULO V: Instalaciones				
ml	Instalaciones de señalización en vía doble	750 €	1.595,00	1.196.250,00 €
ml	Instalaciones de telecomunicación en vía doble	275 €	1.595,00	438.625,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO V*	**1.634.875,00 €**
CAPÍTULO VI: Varios				
km	Cerramientos	26.500 €	1,595	42.267,50 €
km	Servicios afectados no singulares	140.000 €	1,595	223.300,00 €
ml	Reposición de carreteras principales (sin estructura)	250 €	100,00	25.000,00 €
ml	Reposición de caminos	120 €	50,00	6.000,00 €
km	Medidas correctoras de Impacto Ambiental	100.000 €	1,595	159.500,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO VI*	**456.067,50 €**
			SUBTOTAL P.E.M.	**5.920.359,27 €**
Imprevistos (5% P.E.M. Inicial)				**296.017,96 €**
Seguridad y Salud (1,5% P.E.M. Inicial)				**88.805,39 €**
			PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**6.305.182,62 €**

Tramo común de la vía actual. Ancho mixto.
Longitud: 1.595 metros.

PRESUPUESTO: ALTERNATIVA 1		Precio unitario (€)	Medición	Coste (€)
CAPÍTULO I: Movimiento de tierras				
m^2	Despeje y desbroce	0,55 €	526.767,95	289.722,37 €
m^3	Excavación en desmonte en todo tipo de terreno	3,25 €	2.266.600,74	7.366.452,41 €
m^3	Terraplén con productos procedentes de excavación	1,15 €	1.778.037,62	2.044.743,26 €
m^3	Capa de forma	10,50 €	87.186,10	915.454,05 €
m^3	Subbalasto	20,20 €	58.273,20	1.177.118,64 €
			TOTAL *CAPÍTULO I*	**11.793.490,73 €**
CAPÍTULO II: Drenaje				
km	Drenaje longitudinal	130.000 €	13,16	1.710.800,00 €
km	Drenaje transversal	120.000 €	13,16	1.579.200,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO II*	**3.290.000,00 €**
CAPÍTULO III: Estructuras				
m^2	Estructura de hasta 20 metros de pila	575 €	5460,00	3.139.500,00 €
m^2	Estructura de 20 a 40 metros de pila	625 €	11340,00	7.087.500,00 €
m^2	Estructura de 40 a 60 metros de pila	725 €	840,00	609.000,00 €
m^2	Estructura en pasos superiores	575 €	6.638,75	3.817.281,25 €
m^2	Estructura en pasos inferiores	700 €	1234,8	864.360,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO III*	**15.517.641,25 €**
CAPÍTULO IV: Superestructura				
ml	Vía doble mixta y traviesa sobre balasto	1.350 €	13.160,00	17.766.000,00 €
Ud	Desvío	130.000 €	1,00	130.000 €
			TOTAL *CAPÍTULO IV*	**17.896.000,00 €**
CAPÍTULO V: Instalaciones				
ml	Instalaciones de señalización en vía doble	750 €	13.160,00	9.870.000,00 €
ml	Instalaciones de telecomunicación en vía doble	275 €	13.160,00	3.619.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO V*	**13.489.000,00 €**
CAPÍTULO VI: Varios				
km	Cerramientos	26.500 €	13,16	348.740,00 €
km	Servicios afectados no singulares	140.000 €	13,16	1.842.400,00 €
Ud	Reubicación de torre de alta tensión	175.000 €	1,00	175.000,00 €
ml	Reposición de carreteras principales (sin estructura)	250 €	200,00	50.000,00 €
ml	Reposición de carreteras secundarias (sin estructura)	180 €	700,00	126.000,00 €
ml	Reposición de caminos	120 €	1100,00	132.000,00 €
km	Medidas correctoras de Impacto Ambiental	100.000 €	13,16	1.316.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO VI*	**3.990.140,00 €**
			SUBTOTAL P.E.M.	**65.976.271,98 €**
Imprevistos (5% P.E.M. Inicial)				**3.298.813,60 €**
Seguridad y Salud (1,5% P.E.M. Inicial)				**989.644,08 €**
			PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**70.264.729,66 €**

Tramo de nueva construcción. Alta Velocidad.
Longitud: 13.160 metros.

PRESUPUESTO: ALTERNATIVA 2		Precio unitario (€)	Medición	Coste (€)
CAPÍTULO I: Movimiento de tierras				
m^2	Despeje y desbroce	0,55 €	437.017,97	240.359,88 €
m^3	Excavación en desmonte en todo tipo de terreno	3,25 €	1.524.768,34	4.955.497,11 €
m^3	Terraplén con productos procedentes de excavación	1,15 €	1.278.928,40	1.470.767,66 €
m^3	Capa de forma	10,50 €	81.489,00	855.634,50 €
m^3	Subbalasto	20,20 €	54.464,90	1.100.190,98 €
			TOTAL *CAPÍTULO I*	**8.622.450,13 €**
CAPÍTULO II: Drenaje				
km	Drenaje longitudinal	130.000 €	12,30	1.599.000,00 €
km	Drenaje transversal	120.000 €	12,30	1.476.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO II*	**3.075.000,00 €**
CAPÍTULO III: Estructuras				
m^2	Estructura de hasta 20 metros de pila	575 €	3.780,00	2.173.500,00 €
m^2	Estructura de 20 a 40 metros de pila	625 €	8.820,00	5.512.500,00 €
m^2	Estructura de 40 a 60 metros de pila	725 €	840,00	609.000,00 €
m^2	Estructura en pasos superiores	575 €	7.317,00	4.207.275,00 €
m^2	Estructura en pasos inferiores	700 €	878,72	615.104,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO III*	**13.117.379,00 €**
CAPÍTULO IV: Superestructura				
ml	Vía doble mixta y traviesa sobre balasto	1.350 €	12.300,00	16.605.000,00 €
Ud	Desvío	130.000 €	1,00	130.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO IV*	**16.735.000,00 €**
CAPÍTULO V: Instalaciones				
ml	Instalaciones de señalización en vía doble	750 €	12.300,00	9.225.000,00 €
ml	Instalaciones de telecomunicación en vía doble	275 €	12.300,00	3.382.500,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO V*	**12.607.500,00 €**
CAPÍTULO VI: Varios				
km	Cerramientos	26.500 €	12,30	325.950,00 €
km	Servicios afectados no singulares	140.000 €	12,30	1.722.000,00 €
Ud	Reubicación de torre de alta tensión	175.000 €	1,00	175.000,00 €
ml	Reposición de carreteras principales (sin estructura)	250 €	300,00	75.000,00 €
ml	Reposición de carreteras secundarias (sin estructura)	180 €	350,00	63.000,00 €
ml	Reposición de caminos	120 €	1300,00	156.000,00 €
km	Medidas correctoras de Impacto Ambiental	100.000 €	12,30	1.230.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO VI*	**3.746.950,00 €**
			SUBTOTAL P.E.M.	**57.904.279,13 €**
Imprevistos (5% P.E.M. Inicial)				**2.895.213,96 €**
Seguridad y Salud (1,5% P.E.M. Inicial)				**868.564,19 €**
			PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**61.668.057,27 €**

Tramo de nueva construcción. Alta Velocidad.
Longitud: 12.300 metros.

	PRESUPUESTO: ALTERNATIVA 3	Precio unitario (€)	Medición	Coste (€)
CAPÍTULO I: Movimiento de tierras				
m^2	Despeje y desbroce	0,55 €	600.355,40	330.195,47 €
m^3	Excavación en desmonte en todo tipo de terreno	3,25 €	2.971.838,74	9.658.475,91 €
m^3	Terraplén con productos procedentes de excavación	1,15 €	2.113.676,53	2.430.728,01 €
m^3	Capa de forma	10,50 €	89.725,10	942.113,55 €
m^3	Subbalasto	20,20 €	59.995,50	1.211.909,10 €
			TOTAL *CAPÍTULO I*	**14.573.422,03 €**
CAPÍTULO II: Drenaje				
km	Drenaje longitudinal	130.000 €	13,55	1.761.500,00 €
km	Drenaje transversal	120.000 €	13,55	1.626.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO II*	**3.387.500,00 €**
CAPÍTULO III: Estructuras				
m^2	Estructura de hasta 20 metros de pila	575 €	7.980,00	4.588.500,00 €
m^2	Estructura en pasos superiores	575 €	6.786,62	3.902.306,50 €
m^2	Estructura en pasos inferiores	700 €	2.079,80	1.455.860,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO III*	**9.946.666,50 €**
CAPÍTULO IV: Superestructura				
ml	Vía doble mixta y traviesa sobre balasto	1.350 €	13.550,00	18.292.500,00 €
Ud	Desvío	130.000 €	1,00	130.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO IV*	**18.422.500,00 €**
CAPÍTULO V: Instalaciones				
ml	Instalaciones de señalización en vía doble	750 €	13.550,00	10.162.500,00 €
ml	Instalaciones de telecomunicación en vía doble	275 €	13.550,00	3.726.250,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO V*	**13.888.750,00 €**
CAPÍTULO VI: Varios				
km	Cerramientos	26.500 €	13,55	359.075,00 €
km	Servicios afectados no singulares	140.000 €	13,55	1.897.000,00 €
Ud	Reubicación de torre de alta tensión	175.000 €	2,00	350.000,00 €
ml	Reposición de carreteras principales (sin estructura)	250 €	400,00	100.000,00 €
ml	Reposición de carreteras secundarias (sin estructura)	180 €	200,00	36.000,00 €
ml	Reposición de caminos	120 €	1200,00	144.000,00 €
km	Medidas correctoras de Impacto Ambiental	100.000 €	13,55	1.355.000,00 €
			TOTAL *CAPÍTULO VI*	**4.241.075,00 €**
			SUBTOTAL P.E.M.	**64.459.913,53 €**
Imprevistos (5% P.E.M. Inicial)				**3.222.995,68 €**
Seguridad y Salud (1,5% P.E.M. Inicial)				**966.898,70 €**
			PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**68.649.807,91 €**

Tramo de nueva construcción. Alta Velocidad.
Longitud: 13.550 metros.

APÉNDICE 06: *Planos de las alternativas*

ÍNDICE APÉNDICE 06: PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS

A6.1. Plano temático

A6.1.1. Condicionantes del área de estudio. *Escala 1/50.000* 55

A6.1.2. PGOM. Afecciones al suelo. *Escala 1/20.000* 56

A6.2. Planta general de usos del suelo. PGOM. *Escala 1/50.000* 59

A6.3. Planta general de las alternativas. *Escala 1/40.000* 60

A6.4. Tramo común: Estación ffcc – Louzaneta

A6.4.1. Planta general. *Escala 1/8.000* 61

A6.4.2. Perfil longitudinal y planta en detalle. *Escala horizontal 1/10.000. Escala vertical 1/2.000* 62

A6.5. Línea de Alta Velocidad: Alternativas

A6.5.1. Alternativa 1

A6.5.1.1. *Planta general de usos del suelo. PGOM. Escala 1/50.000* 63

A6.5.1.2. *Planta general. Escala 1/20.000* 64

A6.5.1.3. *Perfil longitudinal y planta en detalle. Escala horizontal 1/10.000. Escala vertical 1/2.000* 66

A6.5.2. Alternativa 2

A6.5.2.1. *Planta general de usos del suelo. PGOM. Escala 1/50.000* 71

A6.5.2.2. *Planta general. Escala 1/20.000* 72

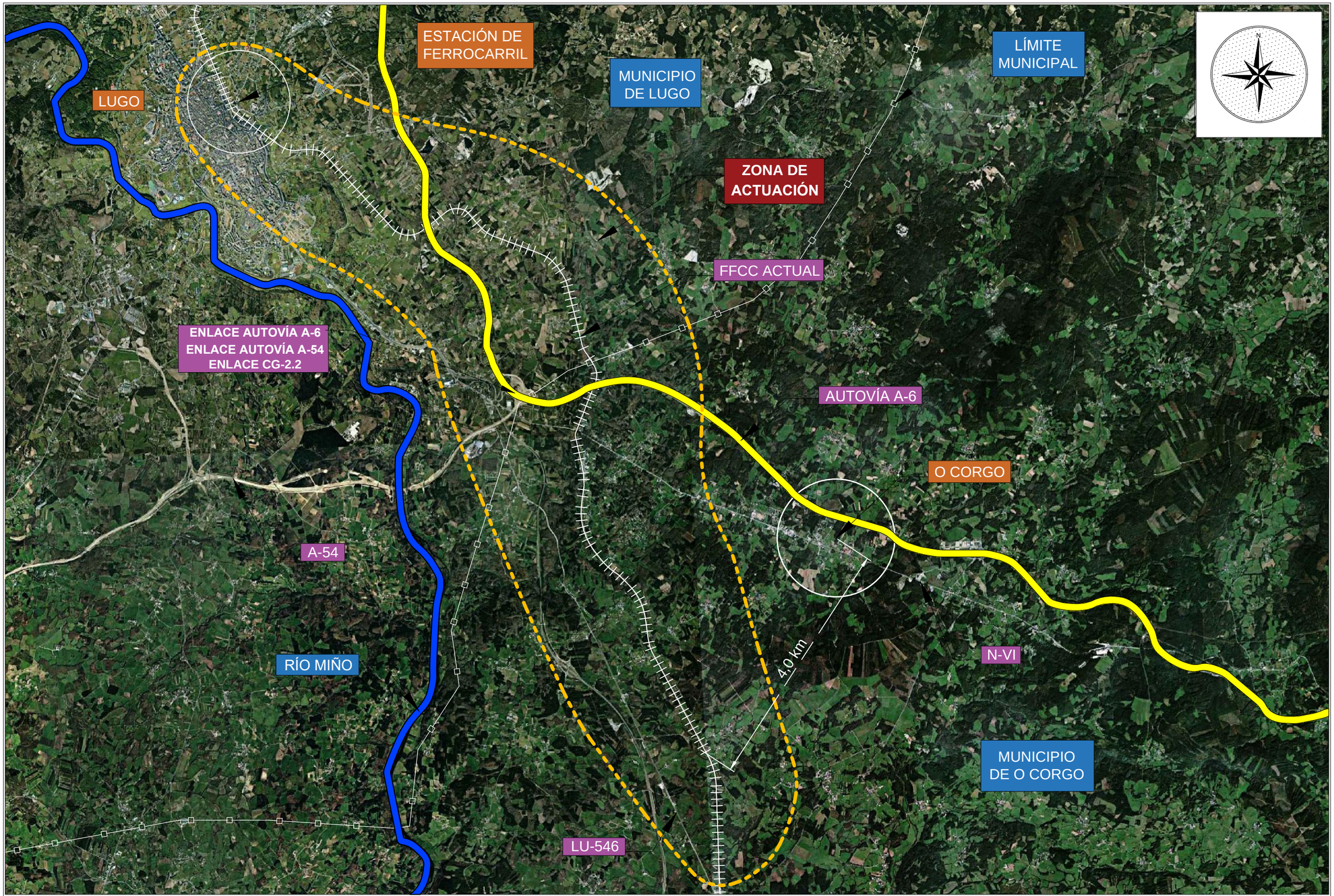
A6.5.2.3. *Perfil longitudinal y planta en detalle. Escala horizontal 1/10.000. Escala vertical 1/2.000* 74

A6.5.3. Alternativa 3

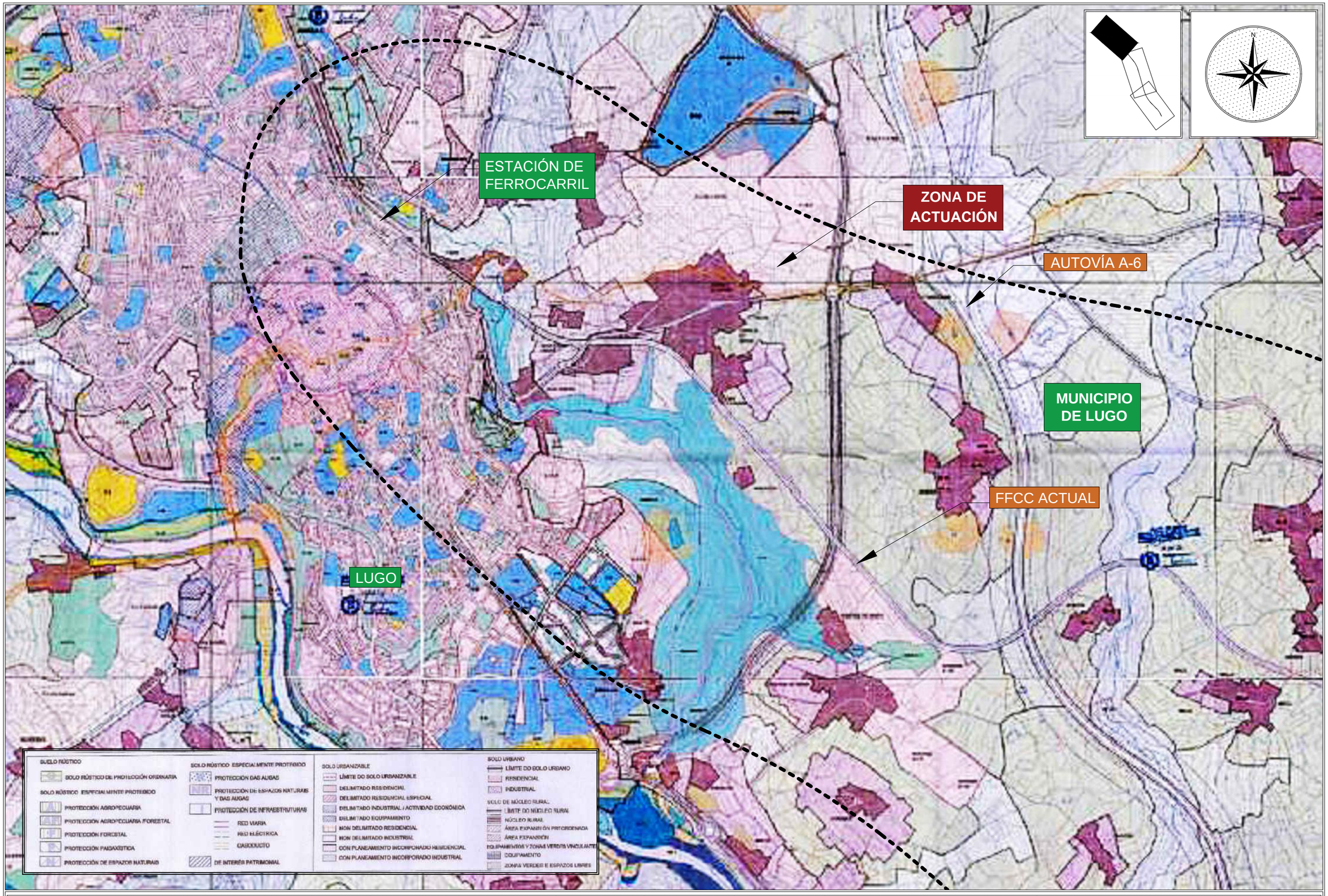
A6.5.3.1. *Planta general de usos del suelo. PGOM. Escala 1/50.000* 79

A6.5.3.2. *Planta general. Escala 1/20.000* 80

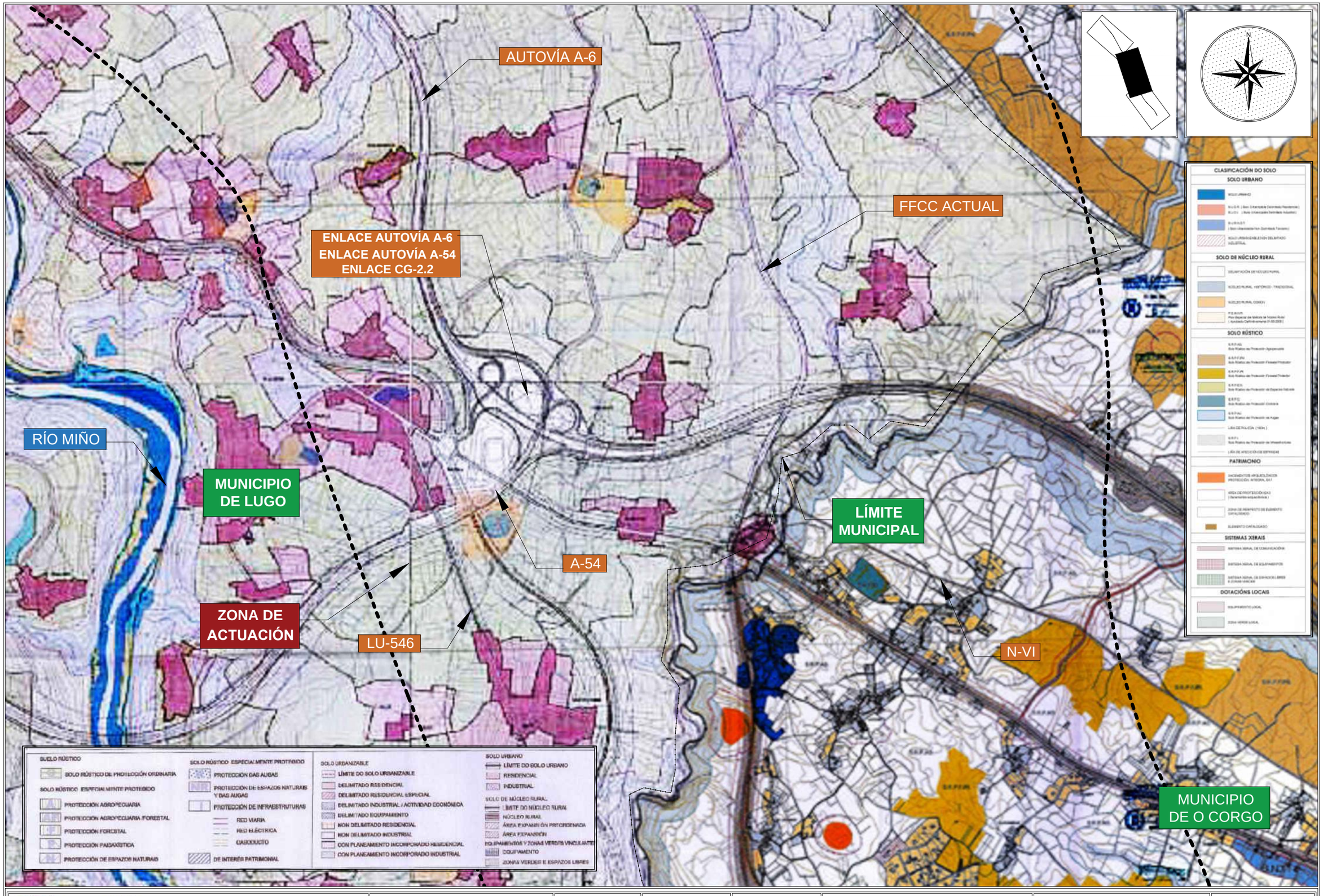
A6.5.3.3. *Perfil longitudinal y planta en detalle. Escala horizontal 1/10.000. Escala vertical 1/2.000* 82



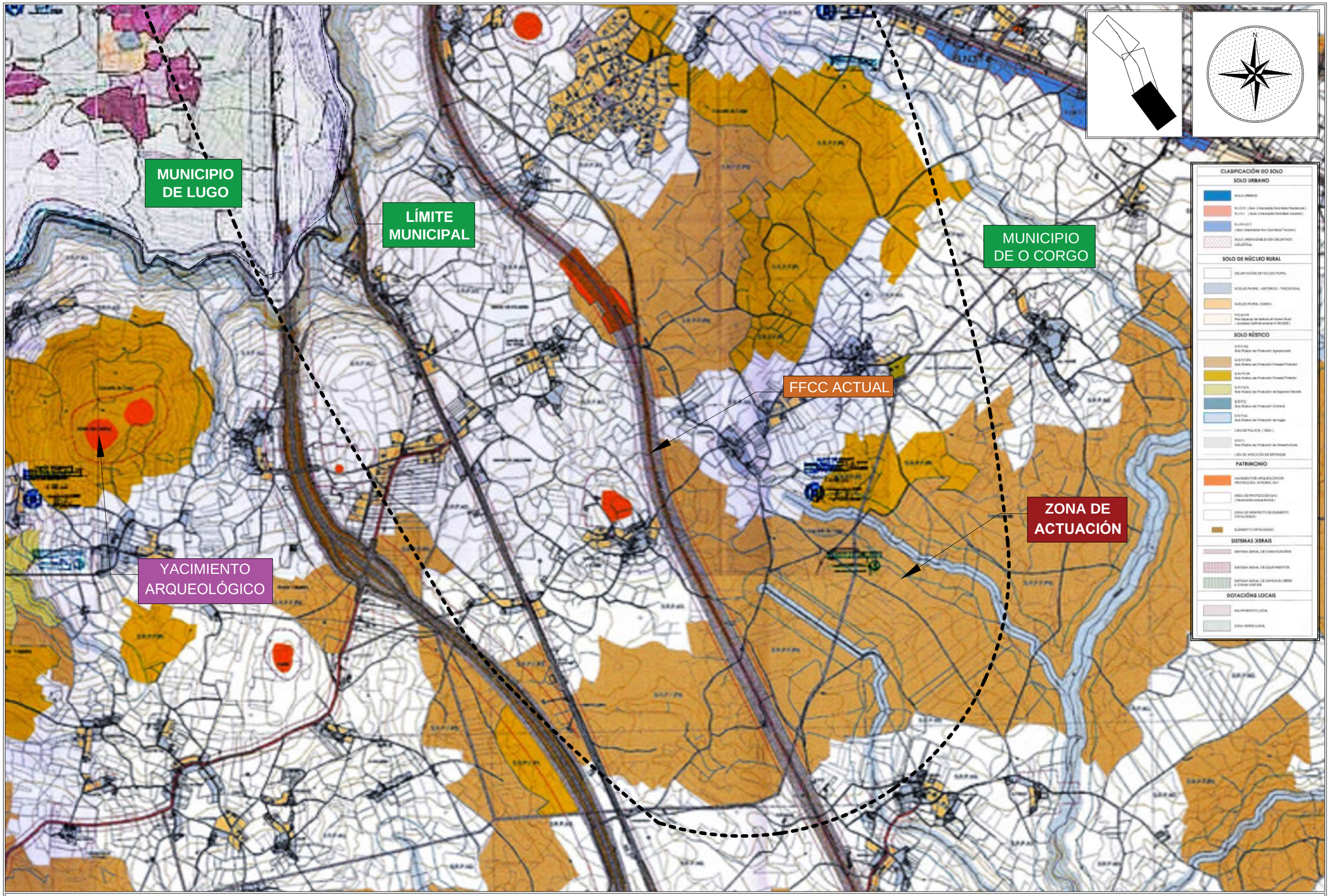
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CONDICIONANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO PLANO TEMÁTICO	ESCALA: 1/50.000 0m 1000m 2000m	PLANO: 6.1.1 Hoja: 1 de 1



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PGOM. AFECCIONES AL SUELO PLANO TEMÁTICO	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.1.2 Hoja: 1 de 3



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PGOM. AFECCIONES AL SUELO PLANO TEMÁTICO	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.1.2 Hoja: 2 de 3



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PGOM. AFECCIONES AL SUELO PLANO TEMÁTICO	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.1.2 Hoja: 3 de 3

MUNICIPIO DE LUGO

LÍMITE MUNICIPAL

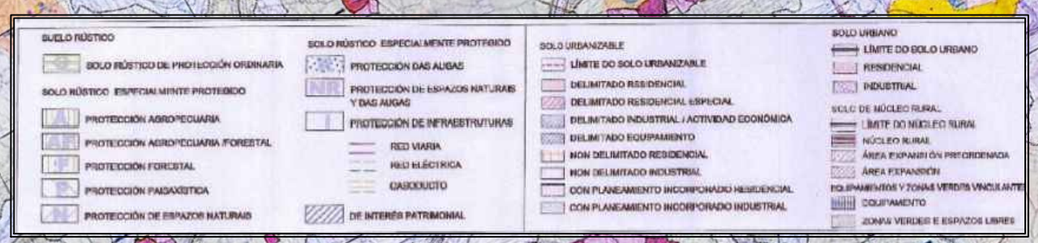
MUNICIPIO DE O CORGO

0 Línea actual. Vía única, ancho ibérico

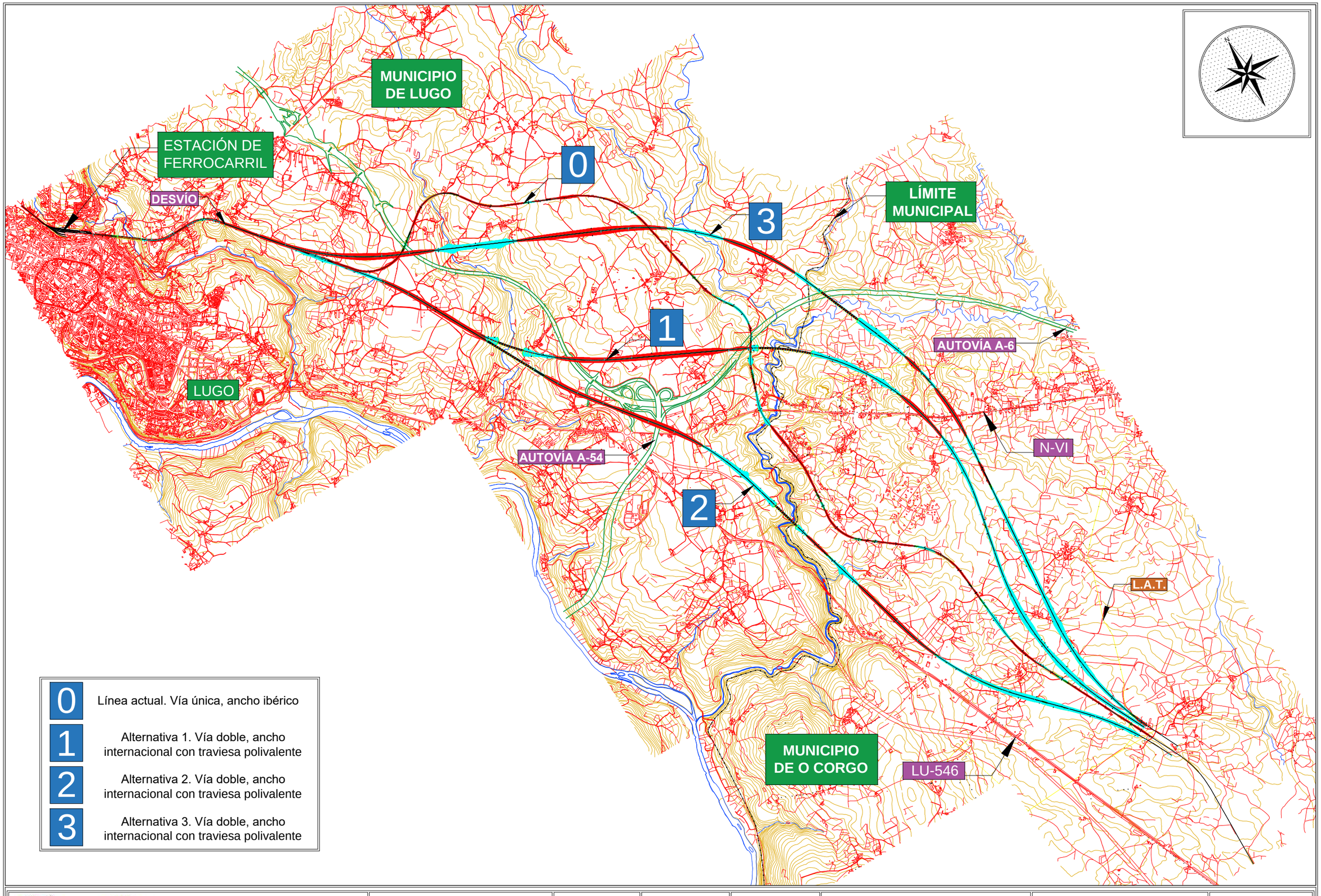
1 Alternativa 1. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

2 Alternativa 2. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

3 Alternativa 3. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

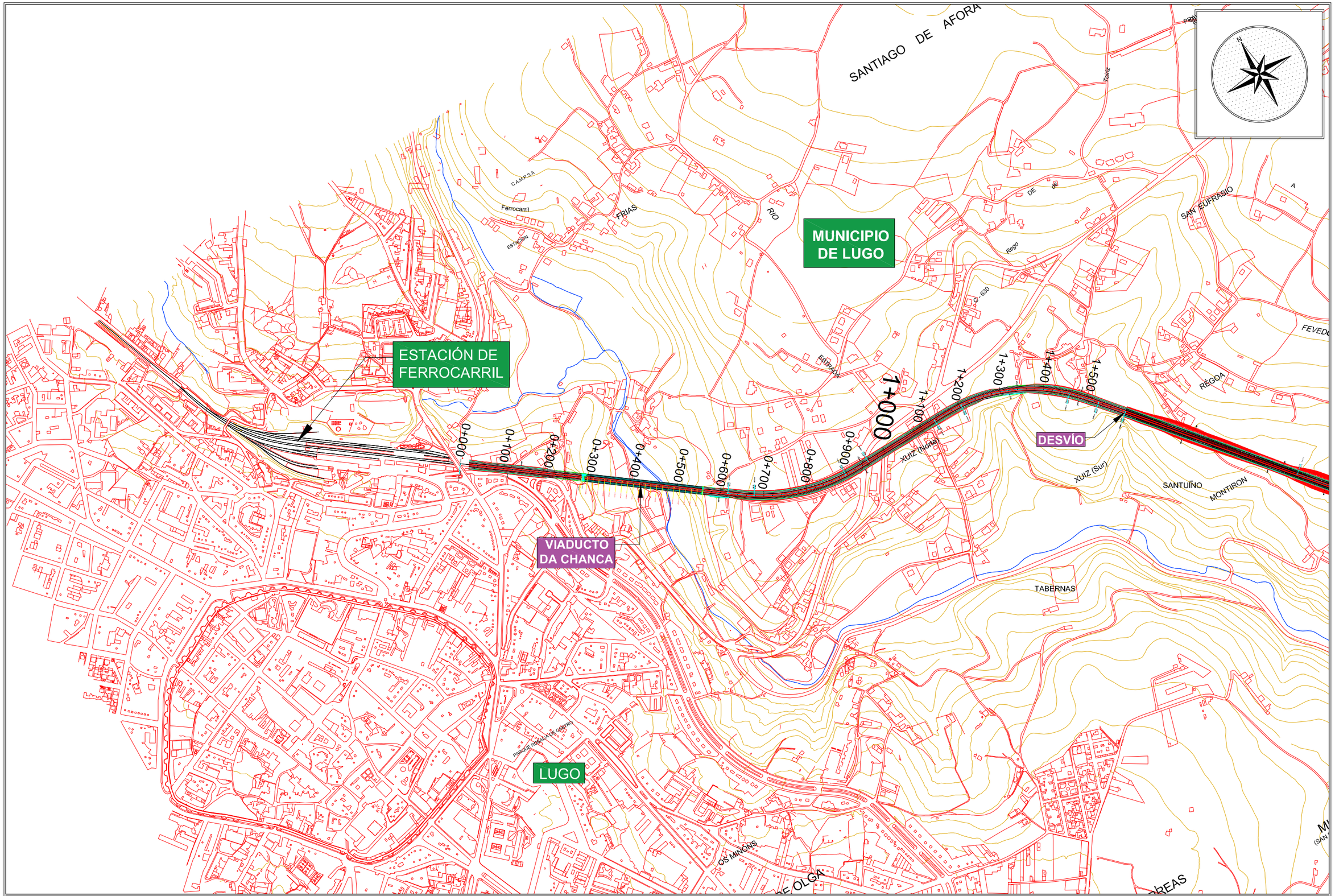


E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PGOM. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/50.000 0m 1000m 2000m	PLANO: 6.2 Hoja: 1 de 1

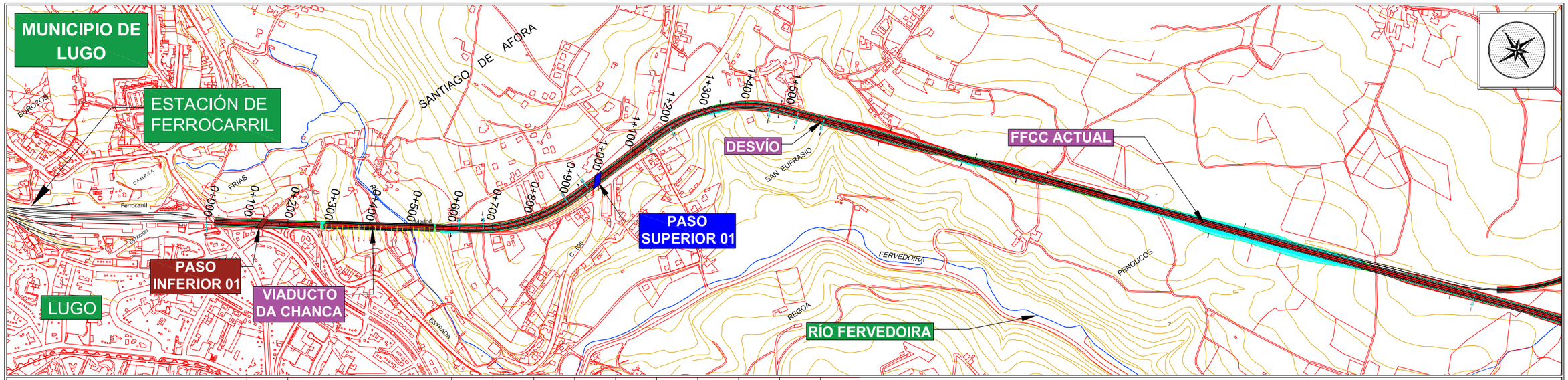


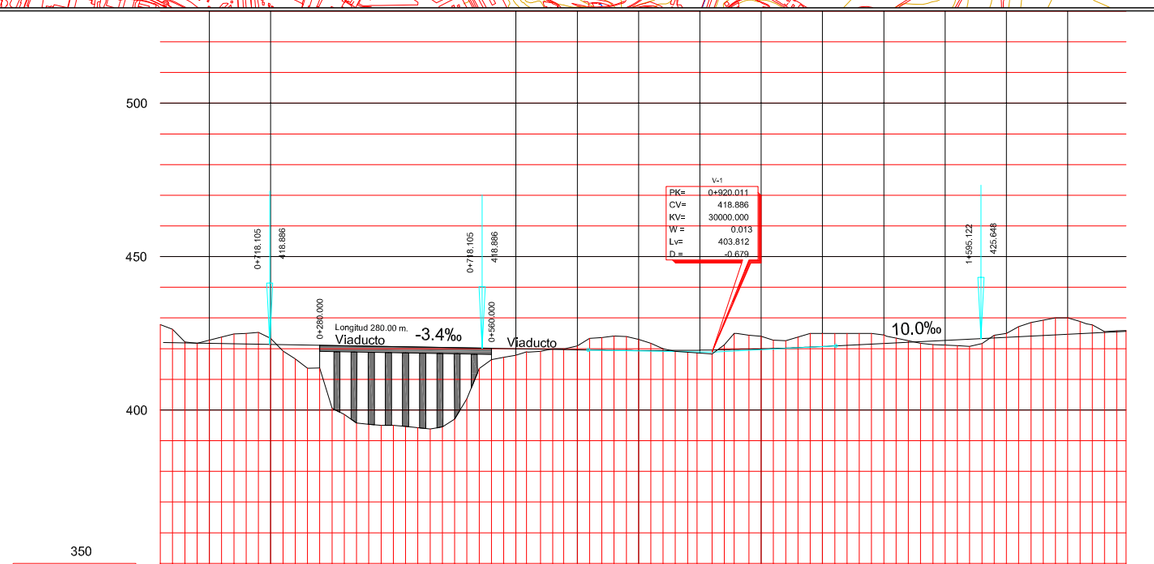
0	Línea actual. Vía única, ancho ibérico
1	Alternativa 1. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente
2	Alternativa 2. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente
3	Alternativa 3. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

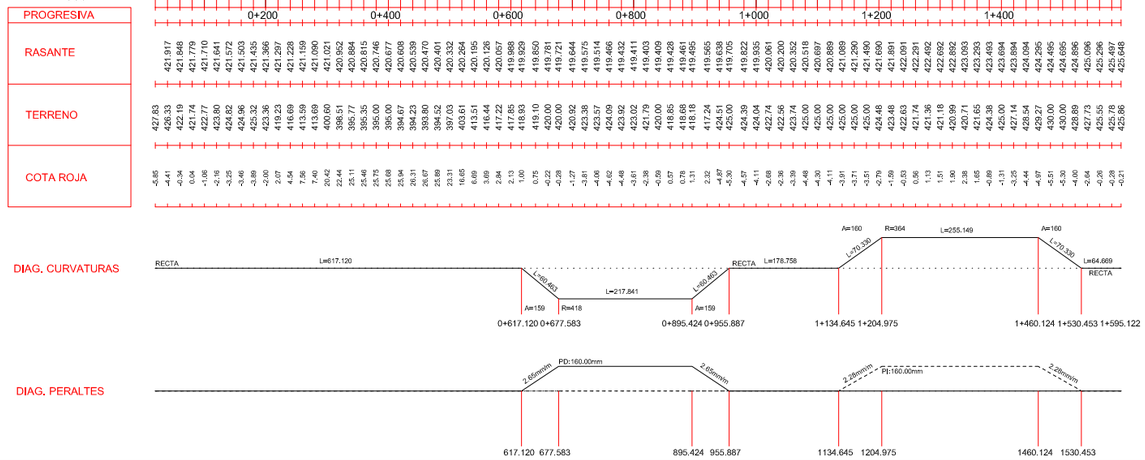
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/40.000 0m 800m 1600m	PLANO: 6.3 Hoja: 1 de 1



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TRAMO COMÚN. ANCHO MIXTO	ESCALA: 1/8.000 0m 200m 400m	PLANO: 6.4.1 Hoja: 1 de 1







E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. TRAMO COMÚN PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.4.2 Hoja: 1 de 1

MUNICIPIO DE LUGO

LÍMITE MUNICIPAL

0

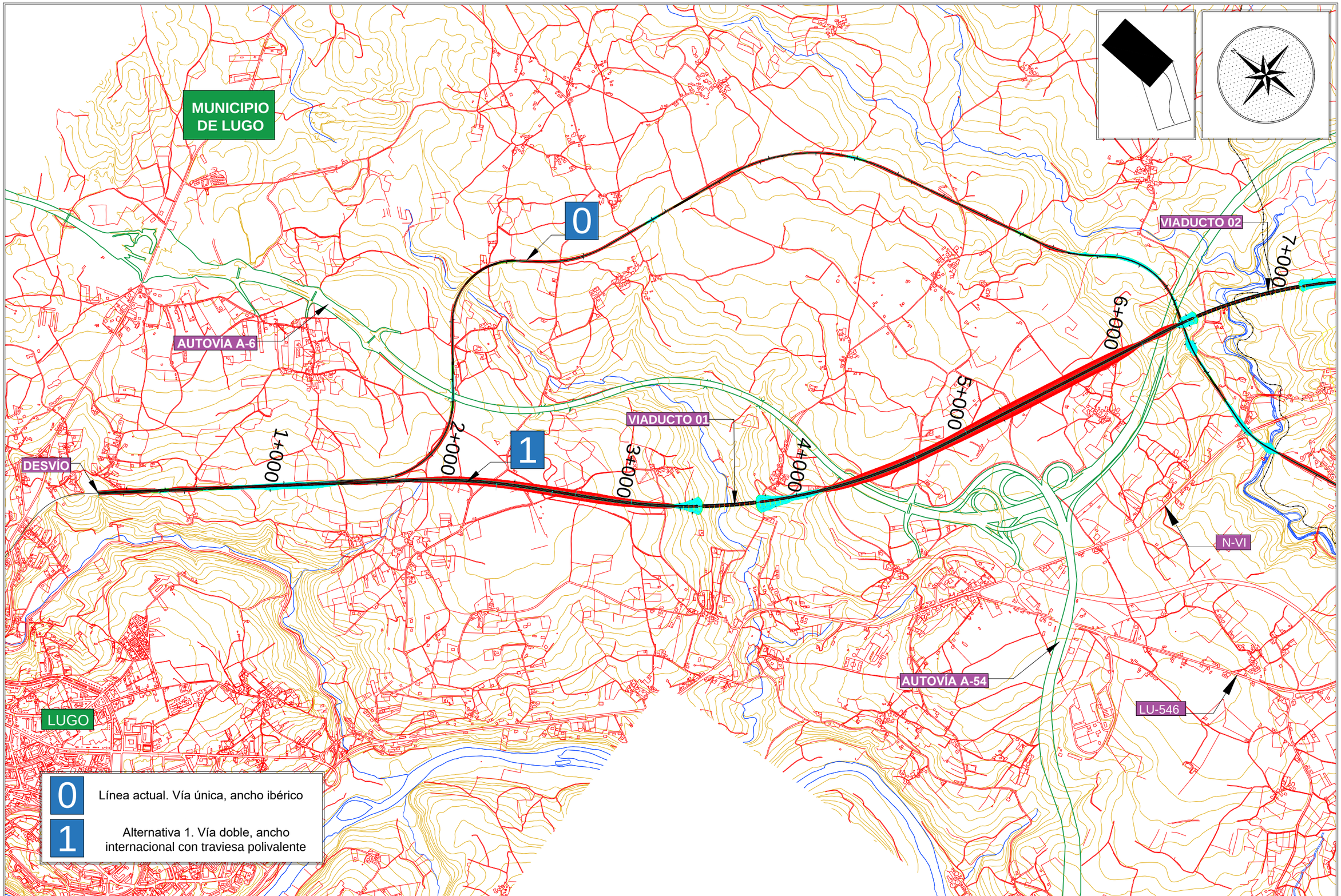
1

MUNICIPIO DE O CORGO

0 Línea actual. Vía única, ancho ibérico

1 Alternativa 1. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PGOM. ALTERNATIVA 1	ESCALA: 1/50.000 0m 1000m 2000m	PLANO: 6.5.1.1 Hoja: 1 de 1



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ALTERNATIVA 1. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.5.1.2 Hoja: 1 de 2

AUTOVÍA A-6

N-VI

LÍMITE MUNICIPAL

VIADUCTO 02

MUNICIPIO DE O CORGO

L.A.T.

LU-546

AUTOVÍA A-54

MUNICIPIO DE LUGO

6+000

7+000

8+000

9+000

10+000

11+000

12+000

1

0

0	Línea actual. Vía única, ancho ibérico
1	Alternativa 1. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Universidad de A Coruña

TÍTULO DEL PROYECTO:

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO

AUTOR:

HERVÉ SANCOSMED RODIL

FIRMA:

CONVOCATORIA:

OCTUBRE 2016

TÍTULO DEL PLANO:

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

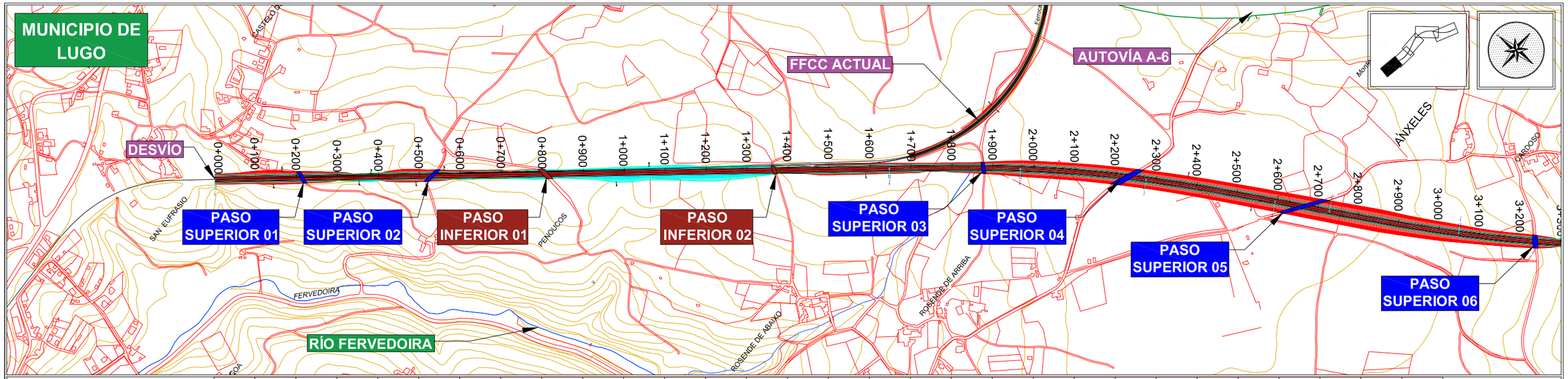
ALTERNATIVA 1. PLANTA GENERAL

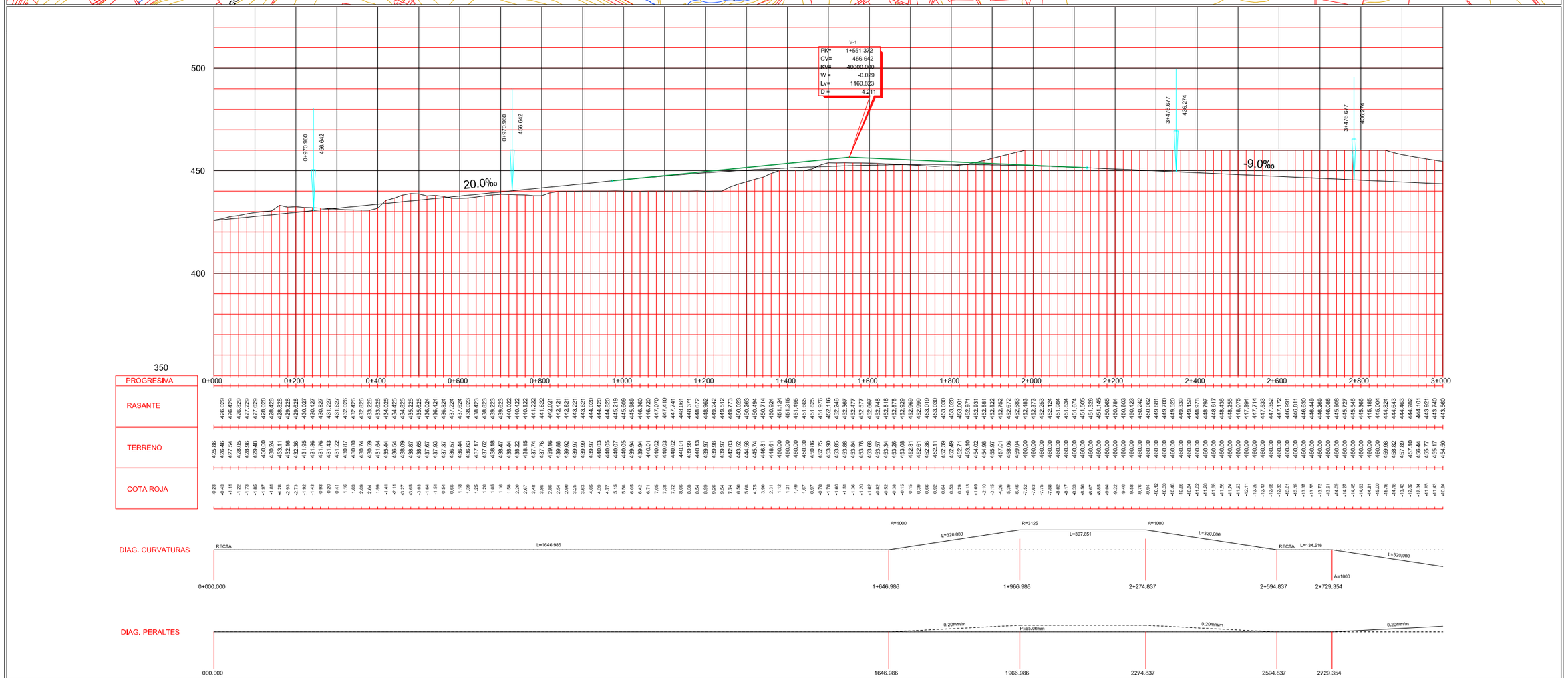
ESCALA: 1/20.000

0m 400m 800m

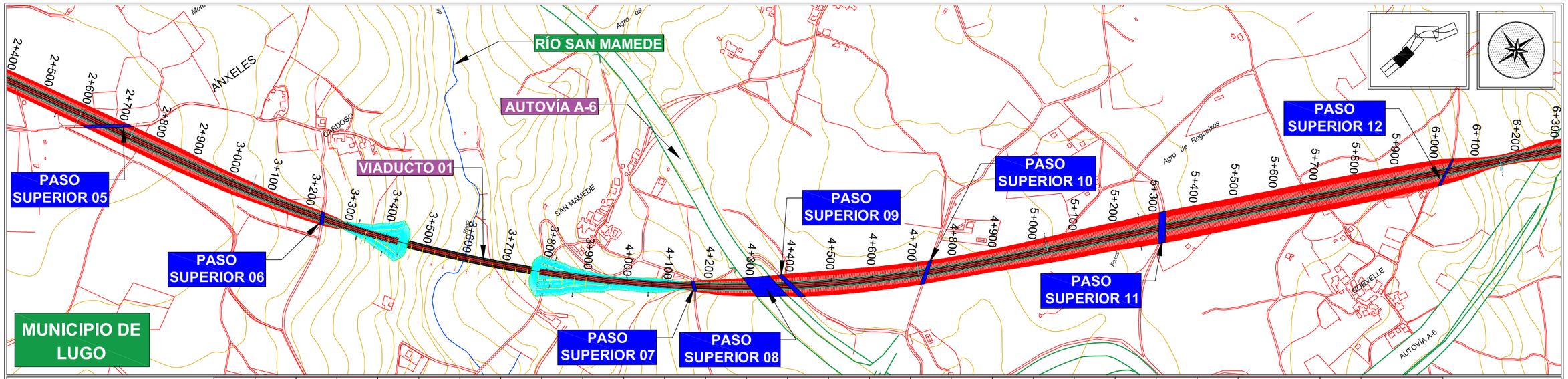
PLANO: 6.5.1.2

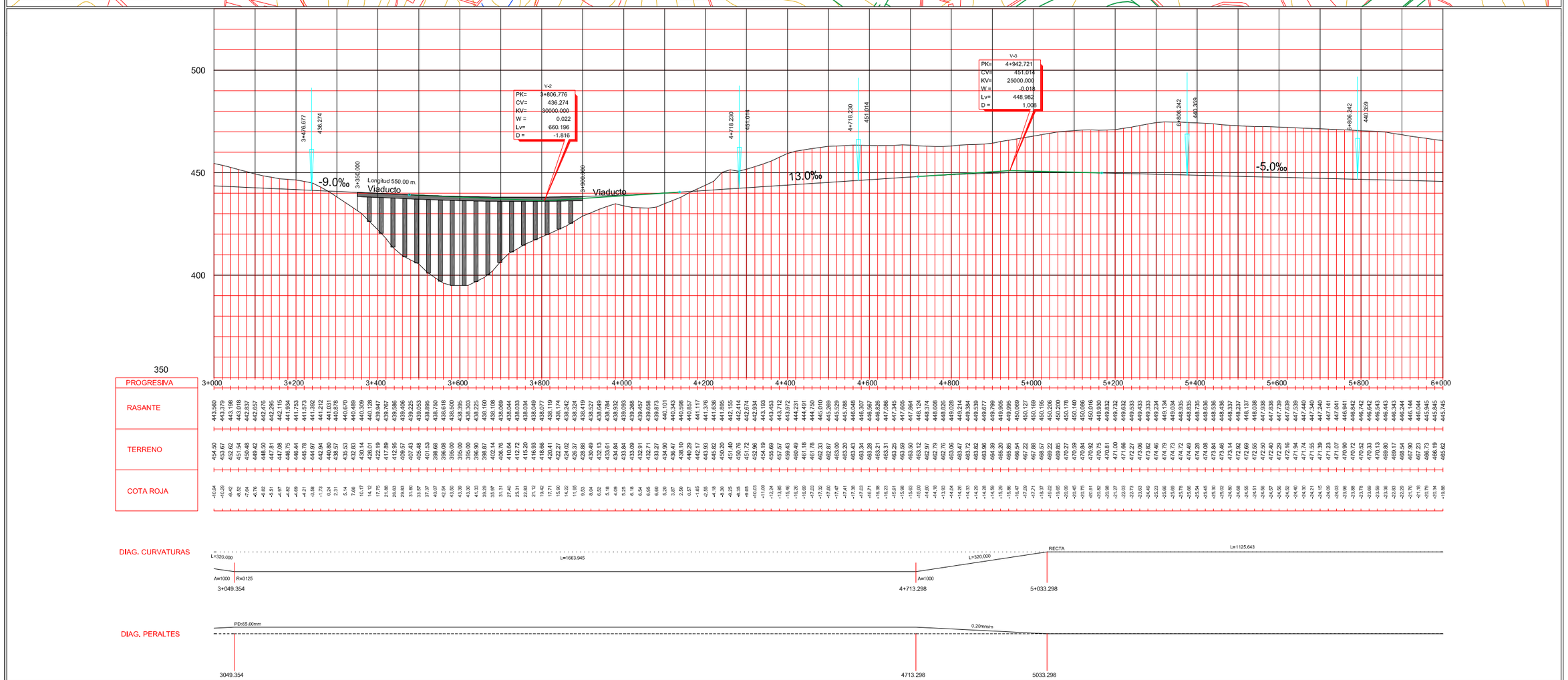
Hoja: 2 de 2



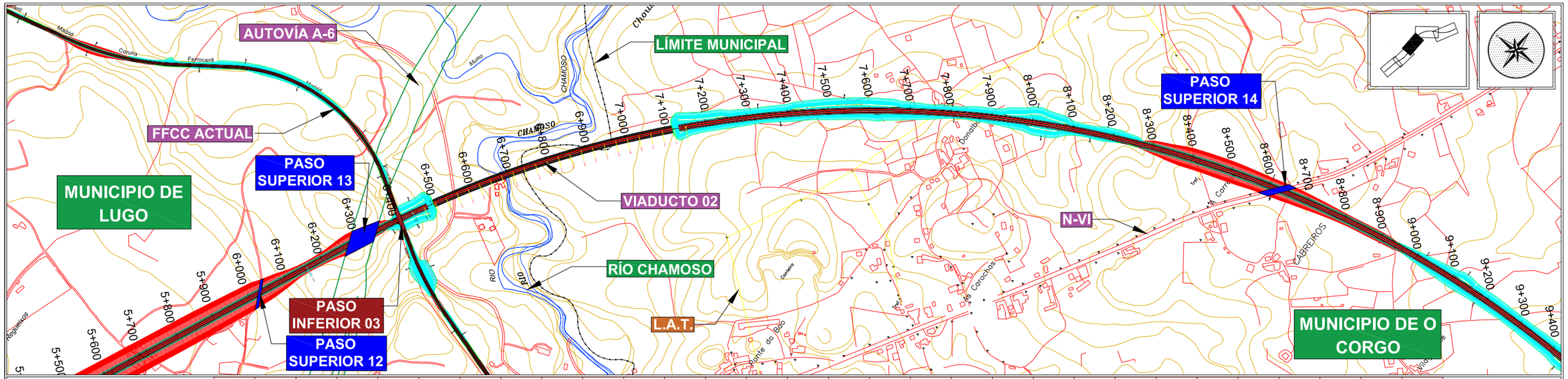


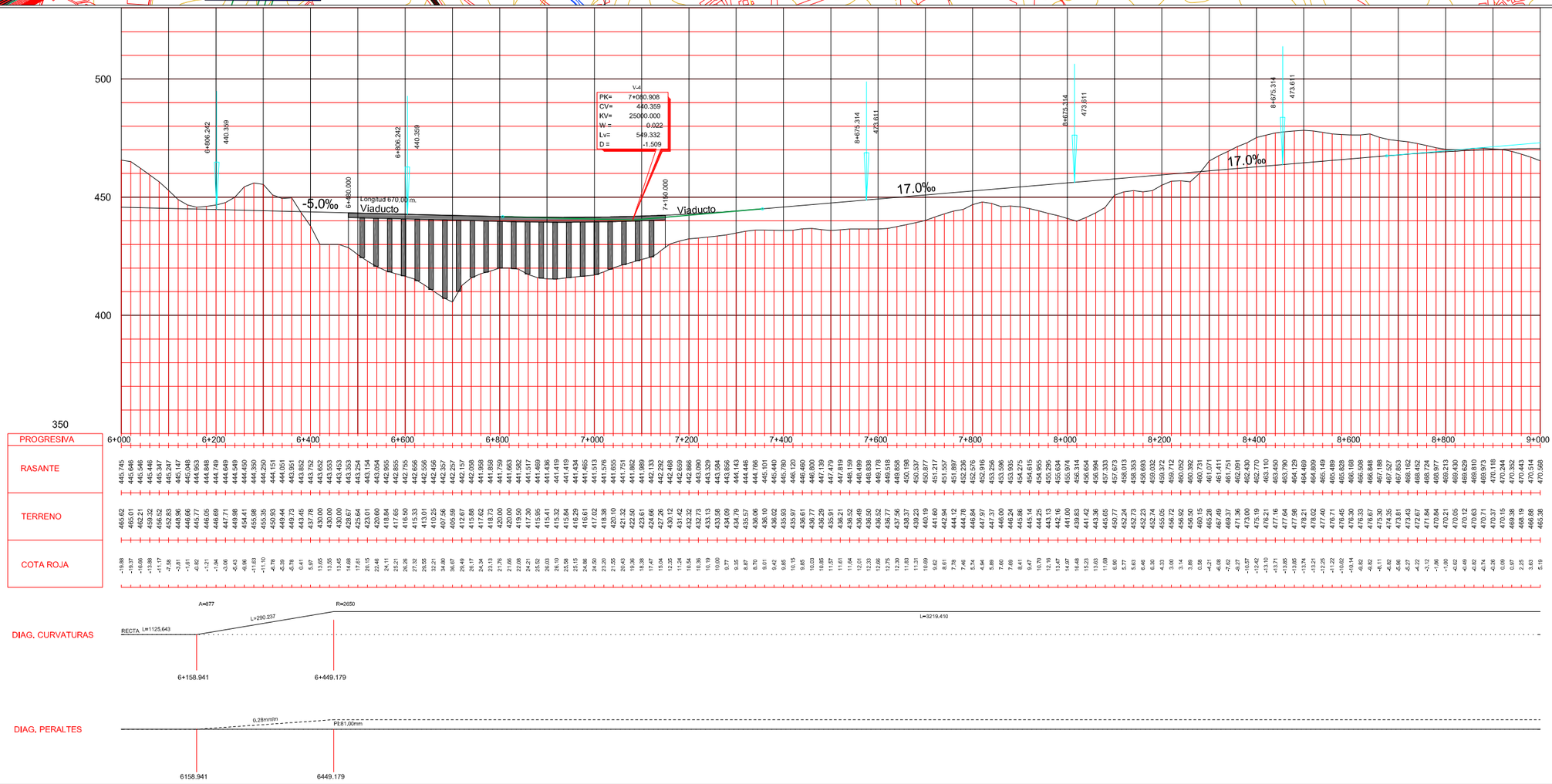
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 1 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.1.3 Hoja: 1 de 5



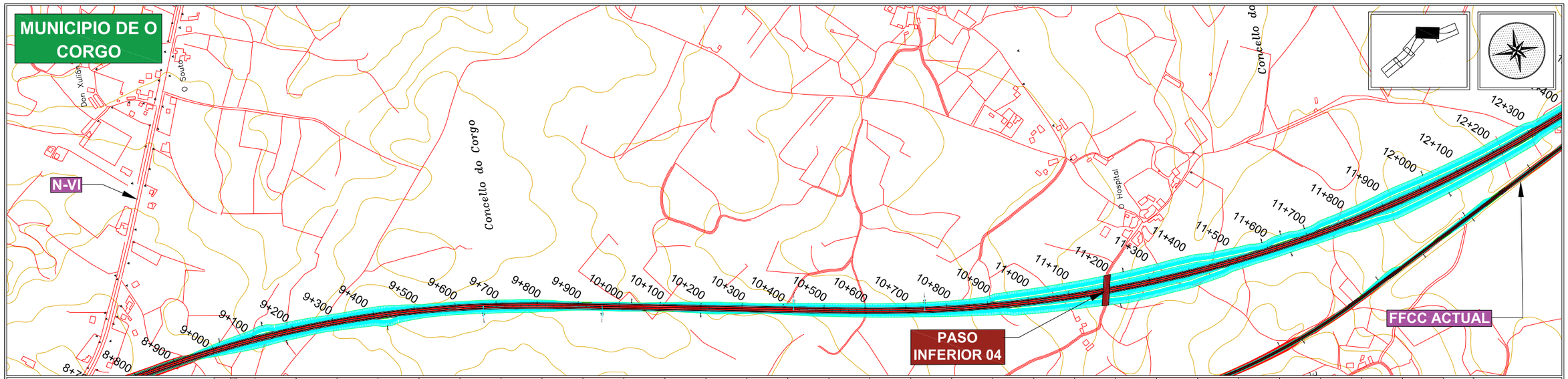


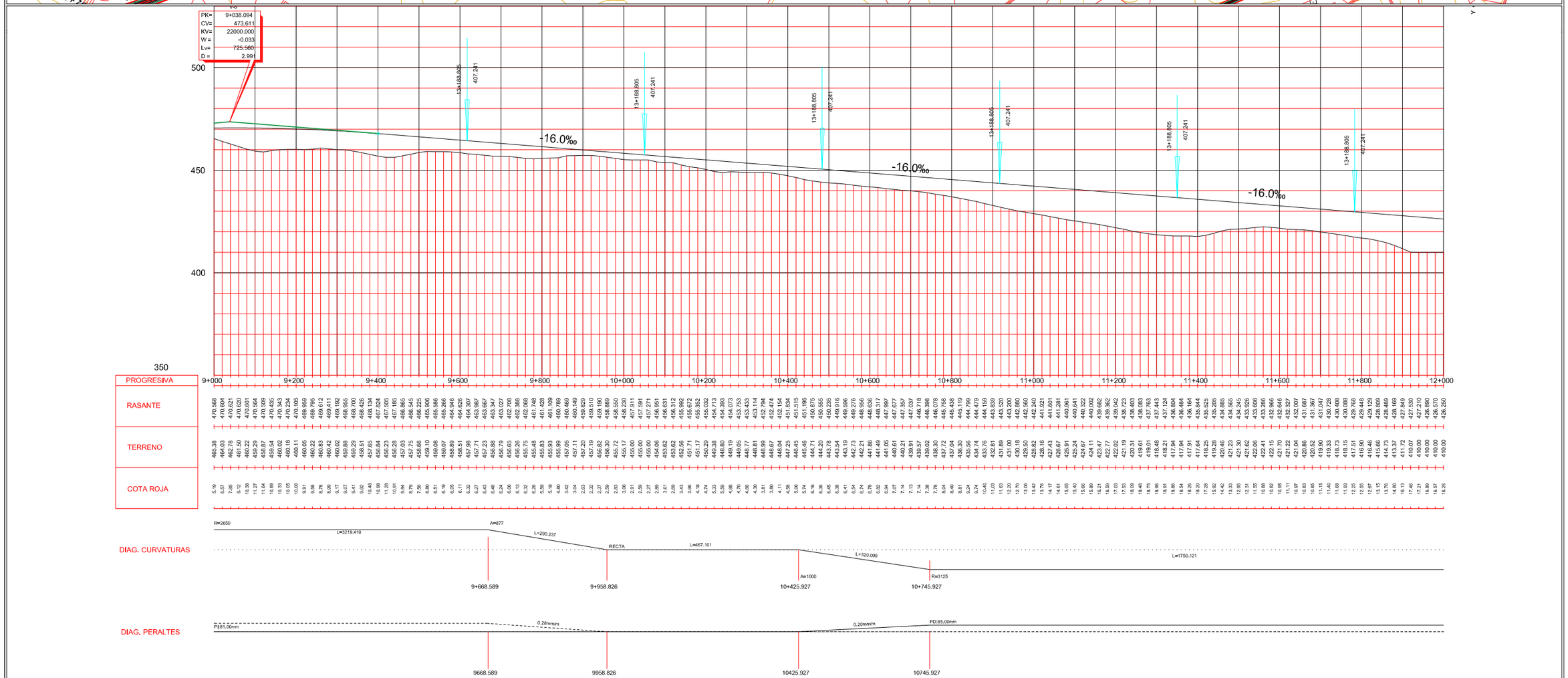
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 1 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.1.3 Hoja: 2 de 5



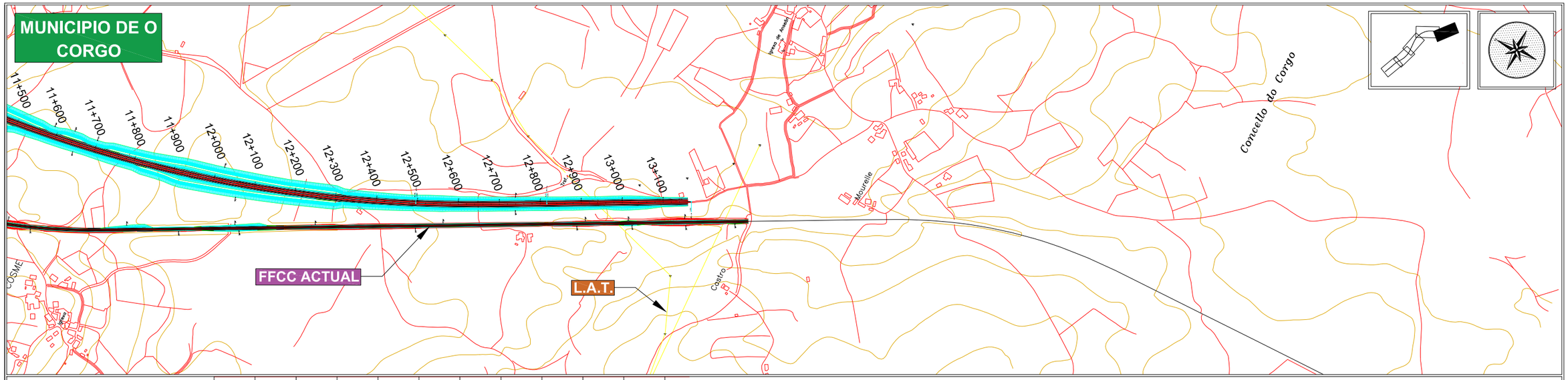


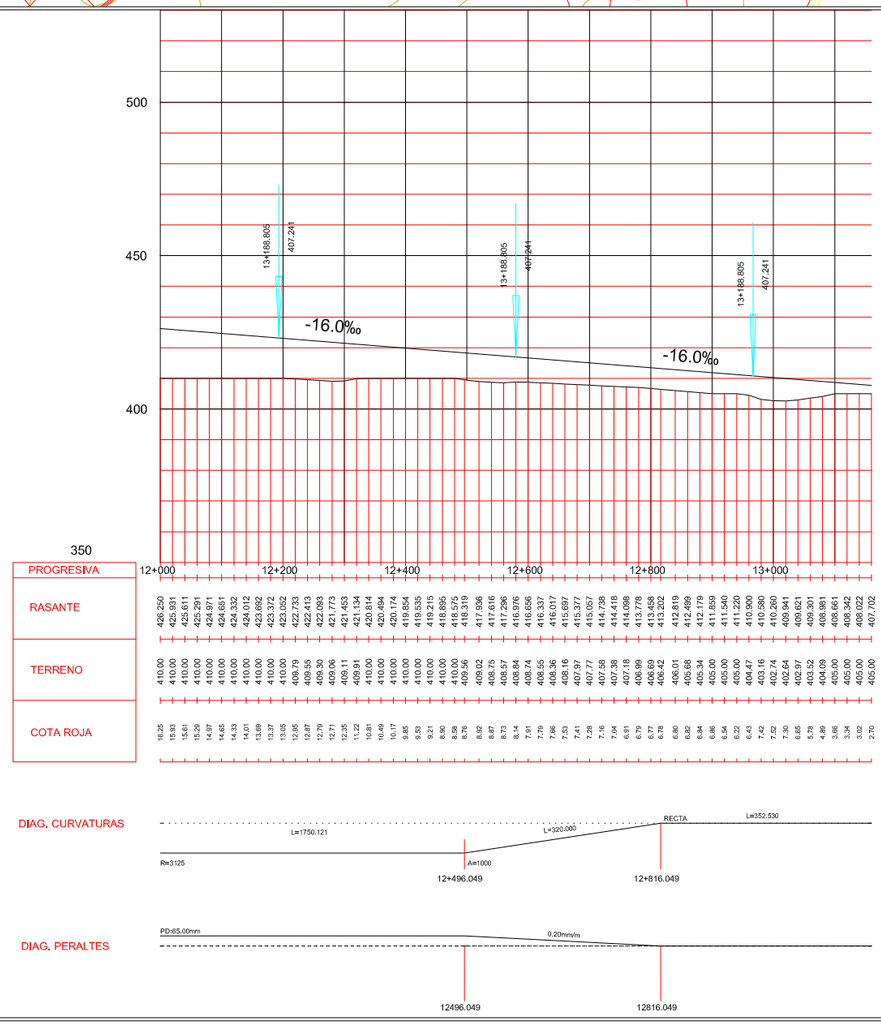
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 1 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.1.3 Hoja: 3 de 5





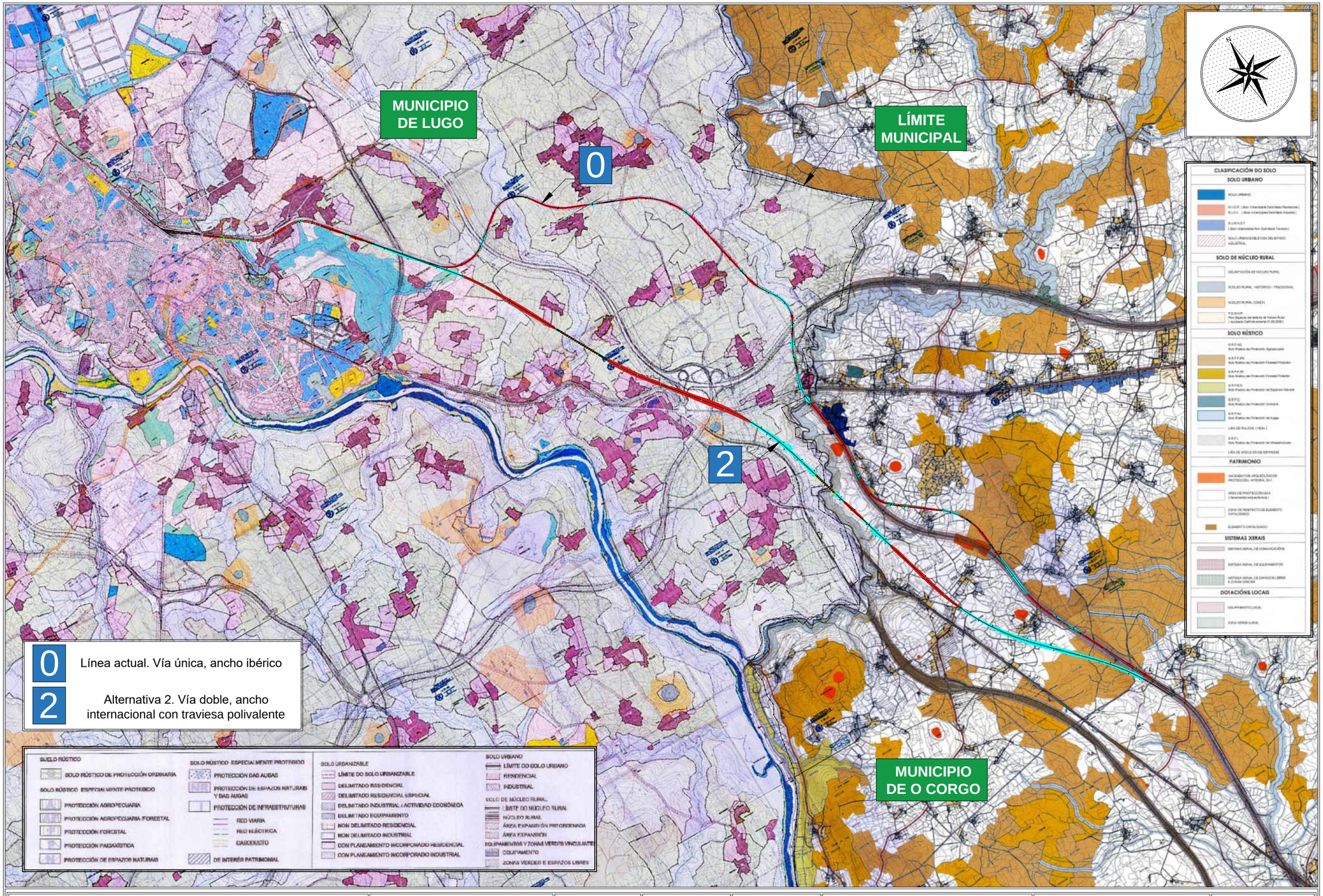
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 1 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.1.3 Hoja: 4 de 5



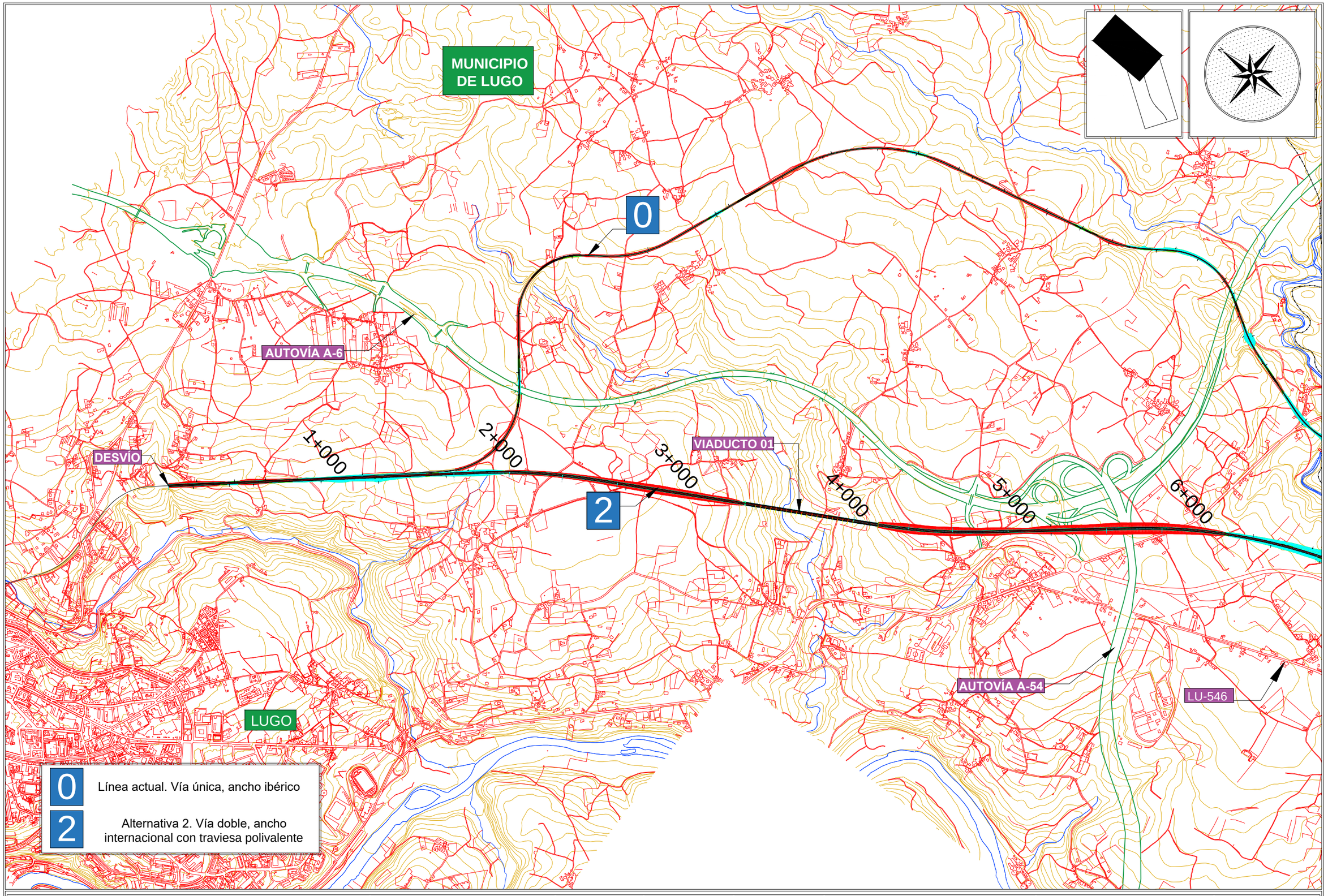


PROGRESIVA	12+000	12+200	12+400	12+600	12+800	13+000
RASANTE	426.250 425.931 425.611 425.291 424.971 424.651 424.332 424.012 423.692 423.372 423.052 422.733 422.413 422.093 421.773 421.453 421.134 420.814 420.494 420.174 419.854 419.535 419.215 418.895 418.575 418.319 417.936 417.616 417.296 416.976 416.656 416.337 416.017 415.697 415.377 415.057 414.738 414.418 414.098 413.778 413.458 413.202 412.819 412.499 412.179 411.860 411.540 411.220 410.900 410.580 410.260 409.941 409.621 409.301 408.981 408.661 408.342 408.022 407.702						
TERRENO	410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 409.79 409.45 409.36 409.06 409.11 409.91 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 410.00 409.56 409.02 408.75 408.57 408.34 408.14 407.91 407.79 407.66 407.53 407.41 407.28 407.16 407.04 406.91 406.79 406.99 406.69 406.42 406.01 406.68 406.34 406.00 405.00 404.47 403.16 402.74 402.64 402.57 402.52 404.09 405.00 405.00 405.00 405.00						
COTA ROJA	16.25 15.93 15.61 15.29 14.97 14.65 14.33 14.01 13.69 13.37 13.05 12.95 12.87 12.79 12.71 12.35 11.22 10.81 10.49 10.17 9.85 9.53 9.21 8.90 8.58 8.76 8.92 8.87 8.73 8.14 7.91 7.79 7.66 7.53 7.41 7.28 7.16 7.04 6.91 6.79 6.77 6.78 6.80 6.82 6.84 6.86 6.54 6.22 6.43 7.42 7.52 7.30 6.65 5.78 4.89 3.66 3.34 3.02 2.70						

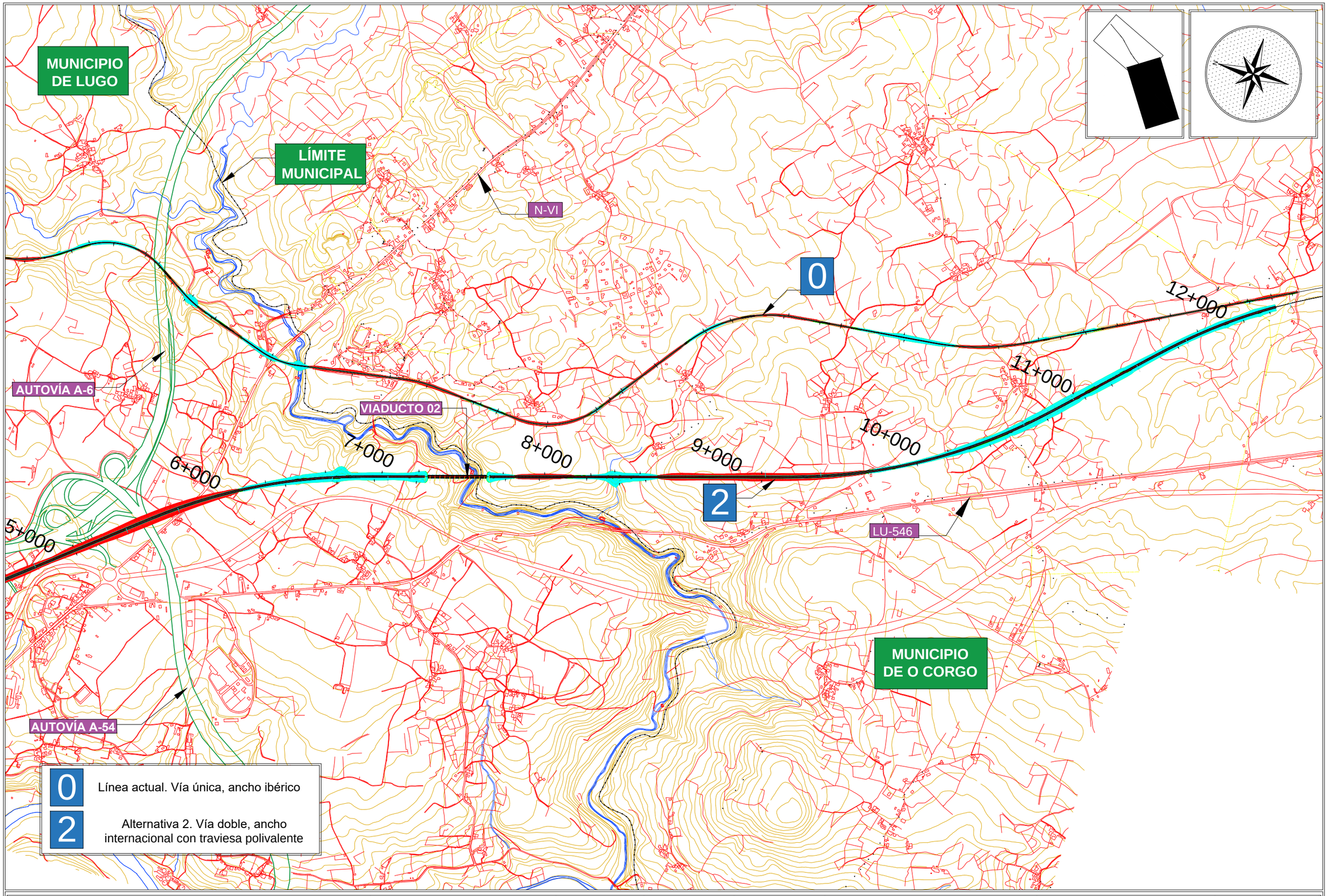
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 1 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.1.3 Hoja: 5 de 5



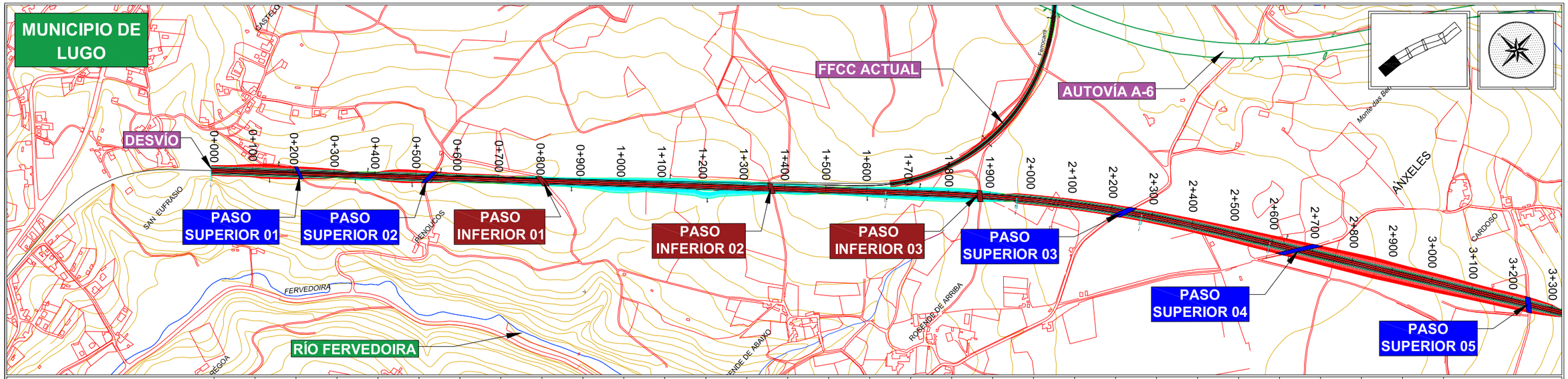
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PGOM. ALTERNATIVA 2	ESCALA: 1/50.000 0m 1000m 2000m	PLANO: 6.5.2.1 Hoja: 1 de 1

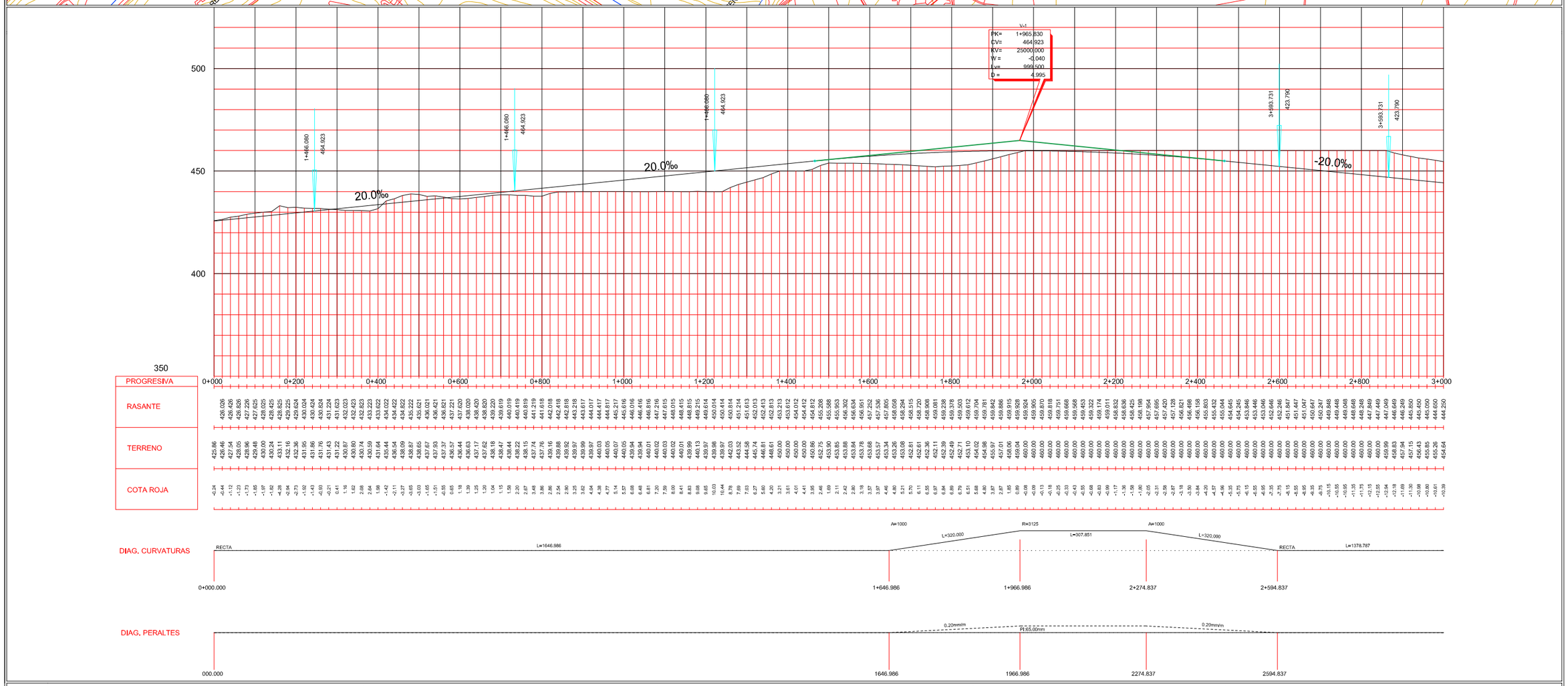


E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ALTERNATIVA 2. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.5.2.2 Hoja: 1 de 2

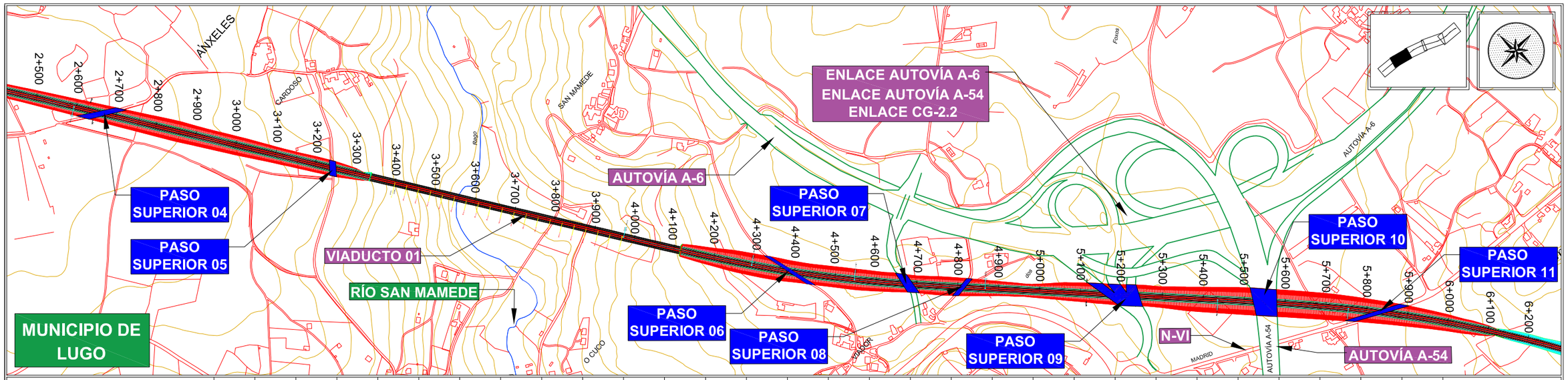


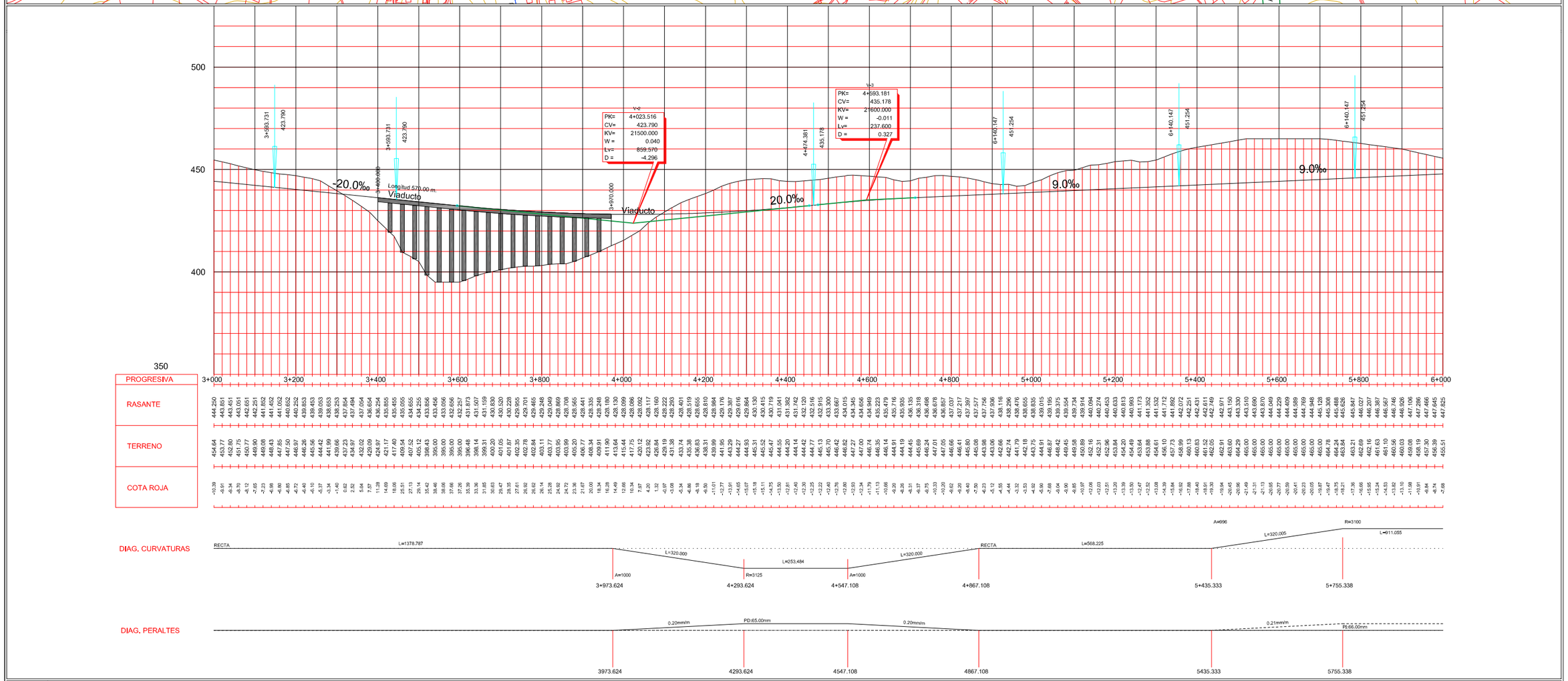
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ALTERNATIVA 2. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.5.2.2 Hoja: 2 de 2



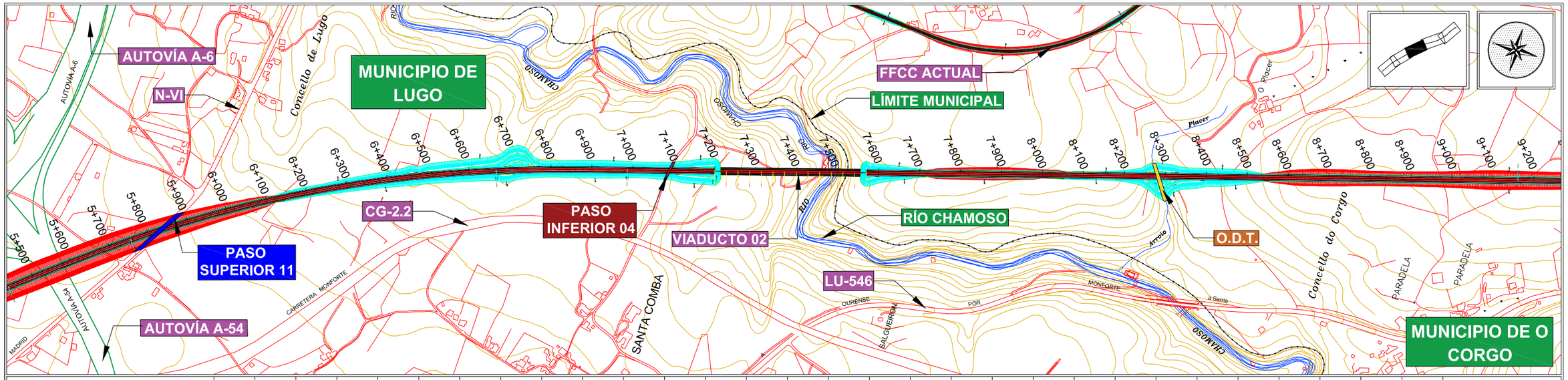


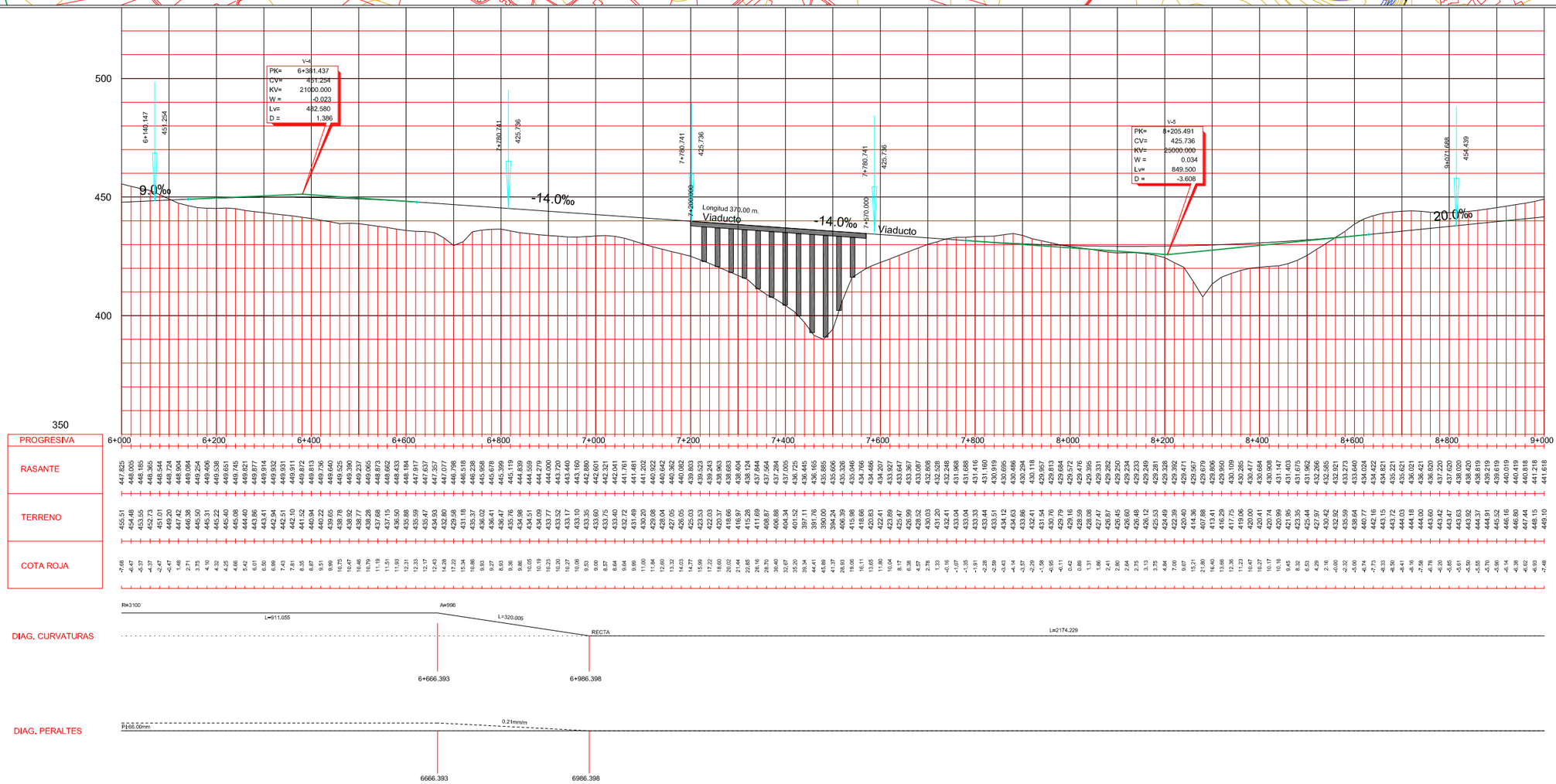
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 2 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.2.3 Hoja: 1 de 5



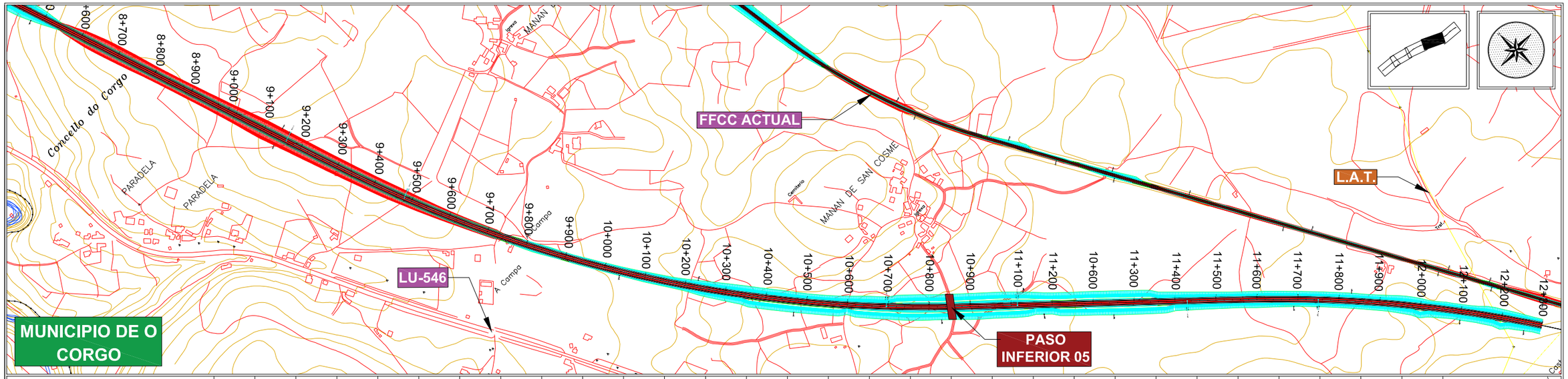


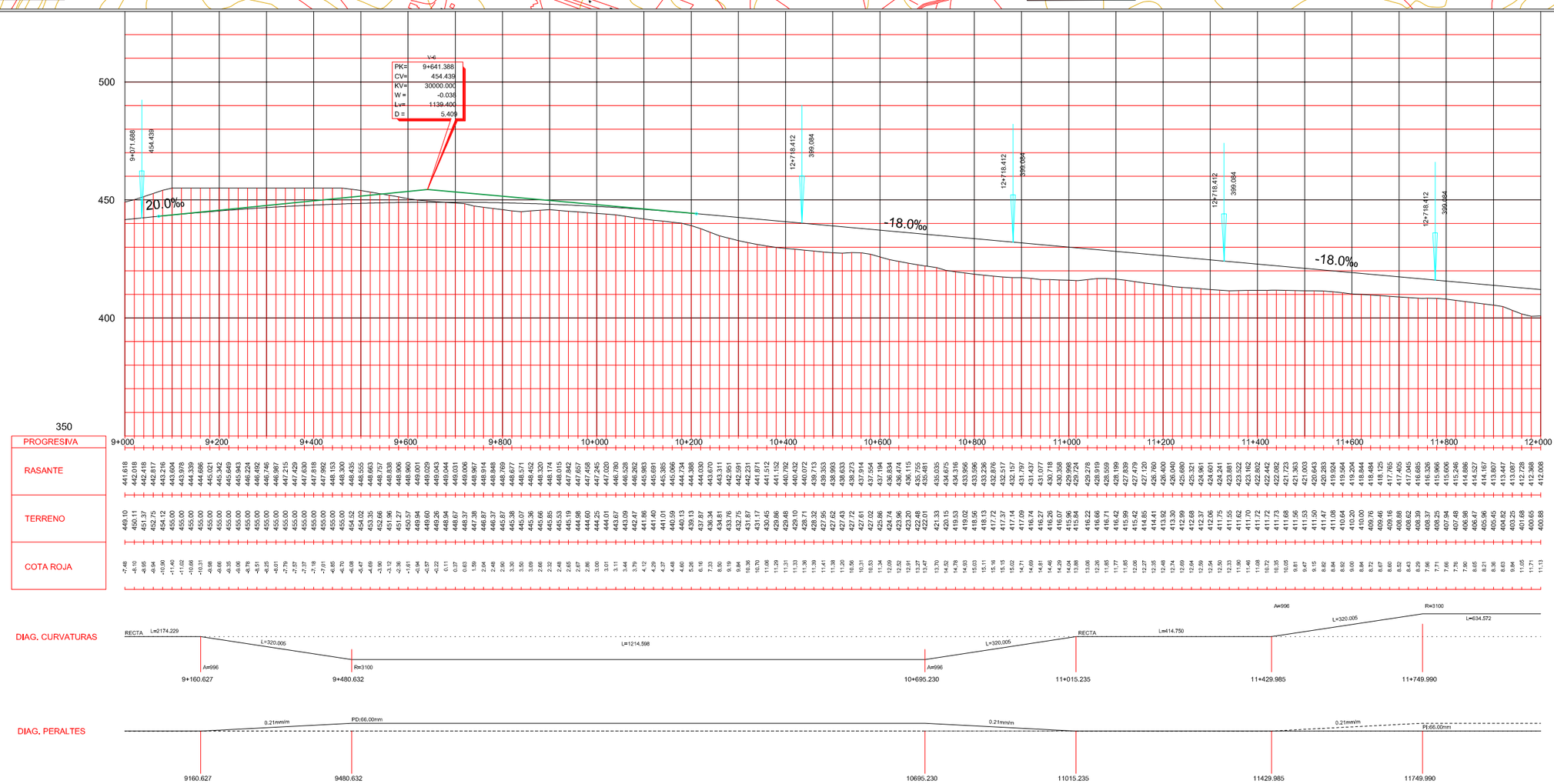
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 2 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.2.3 Hoja: 2 de 5



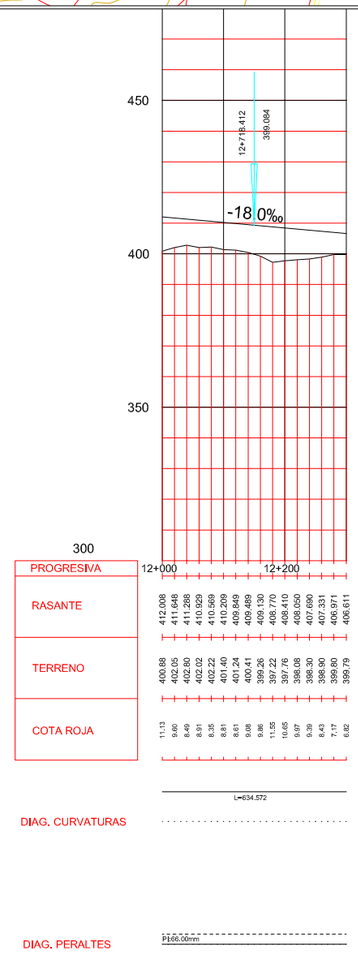


E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 2 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.2.3 Hoja: 3 de 5

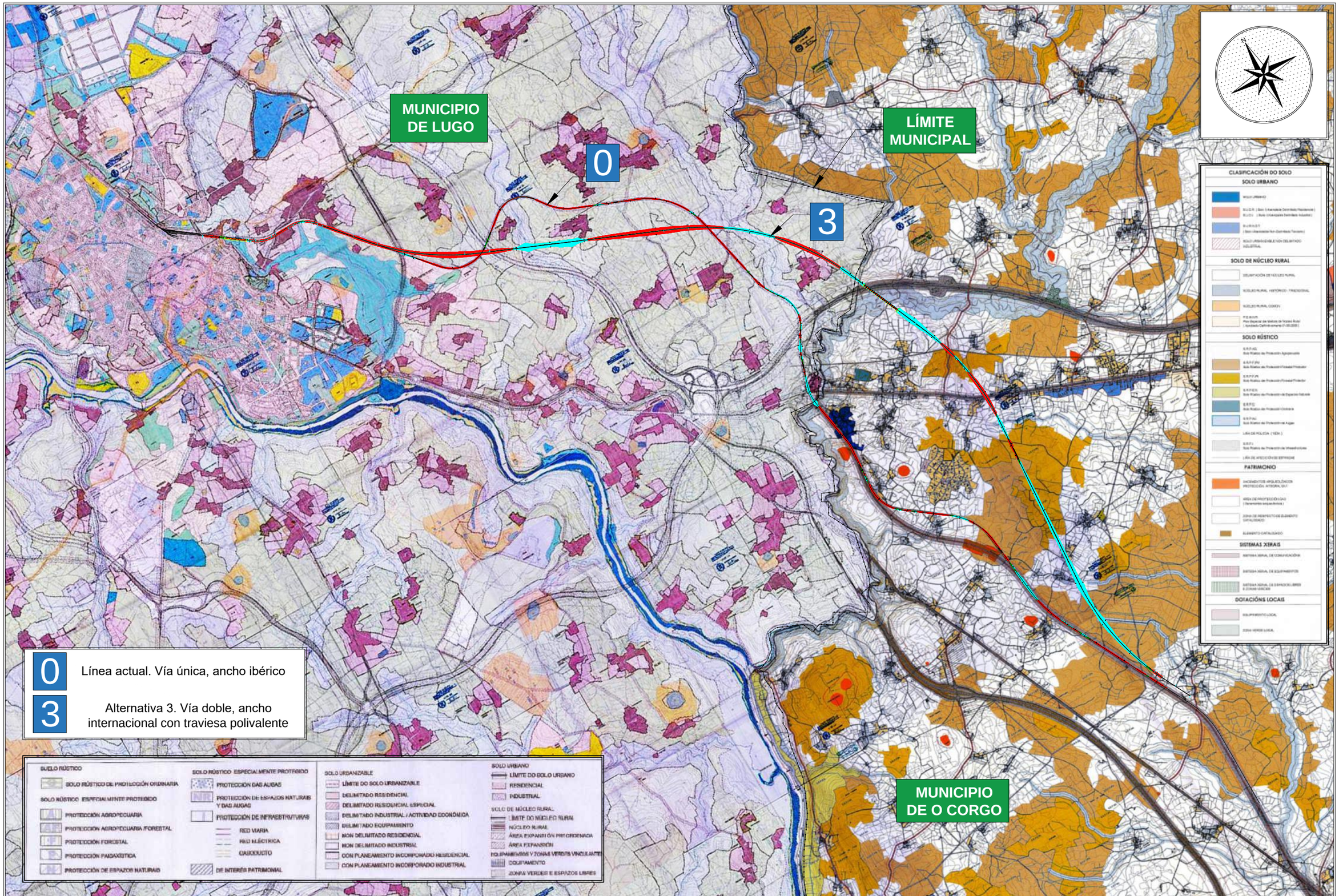




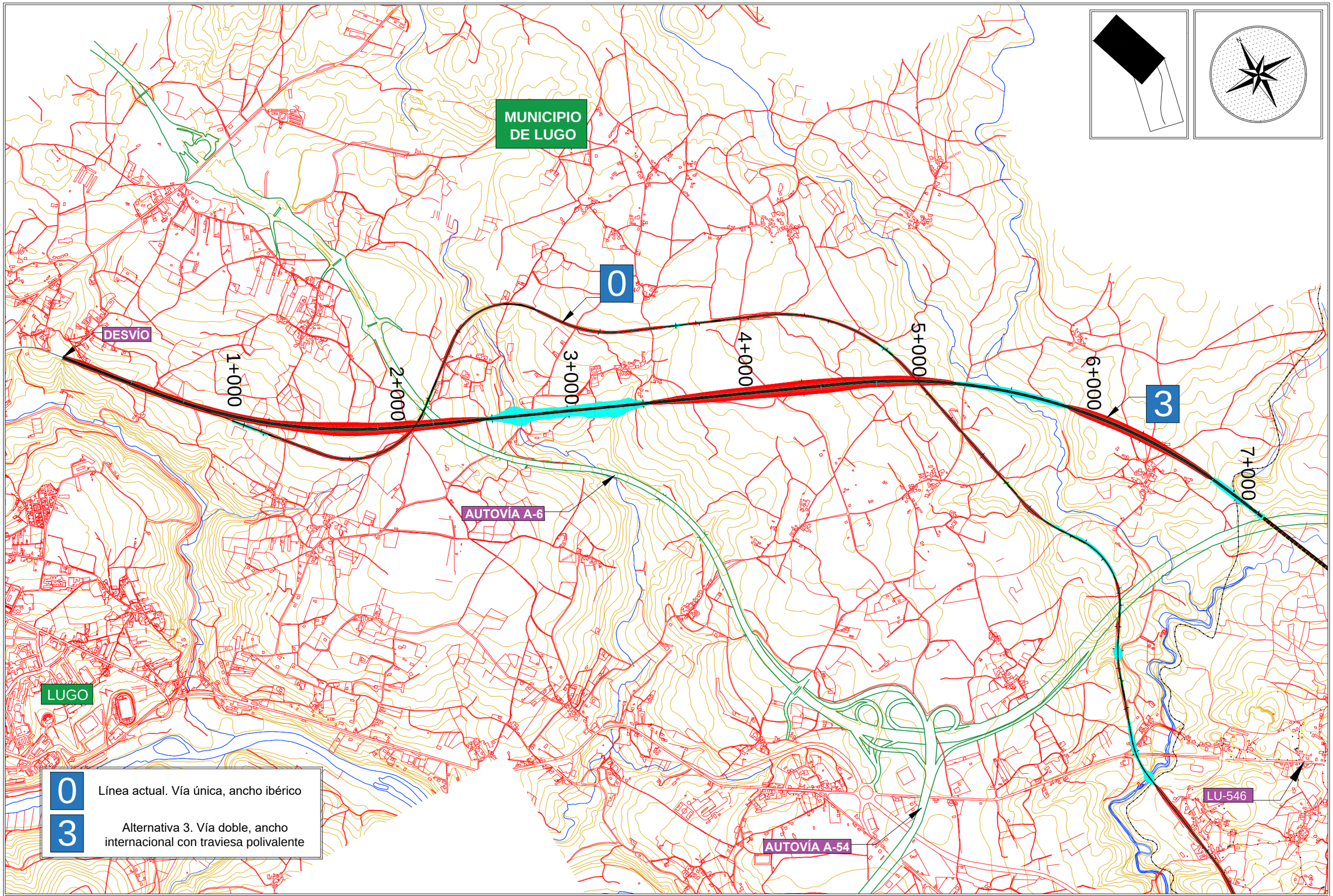
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 2 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.2.3 Hoja: 4 de 5



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 2 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.2.3 Hoja: 5 de 5



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PGOM. ALTERNATIVA 3	ESCALA: 1/50.000 0m 1000m 2000m	PLANO: 6.5.3.1 Hoja: 1 de 1



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ALTERNATIVA 3. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.5.3.2 Hoja: 1 de 2

MUNICIPIO DE O CORGO

MUNICIPIO DE LUGO

AUTOVÍA A-6

N-VI

VIADUCTO 01

LÍMITE MUNICIPAL

LU-546

7+000

8+000

9+000

10+000

11+000

12+000

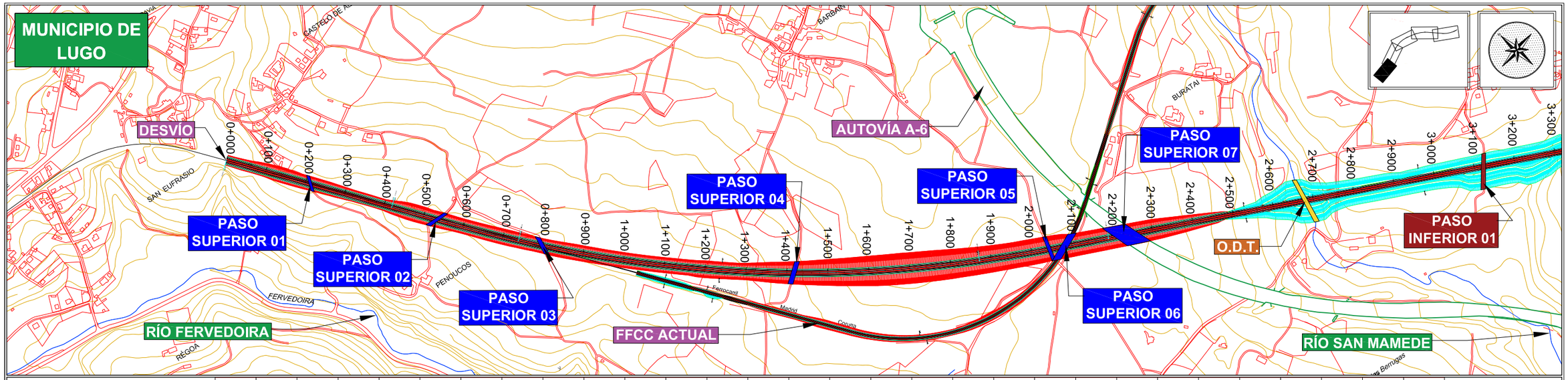
13+000

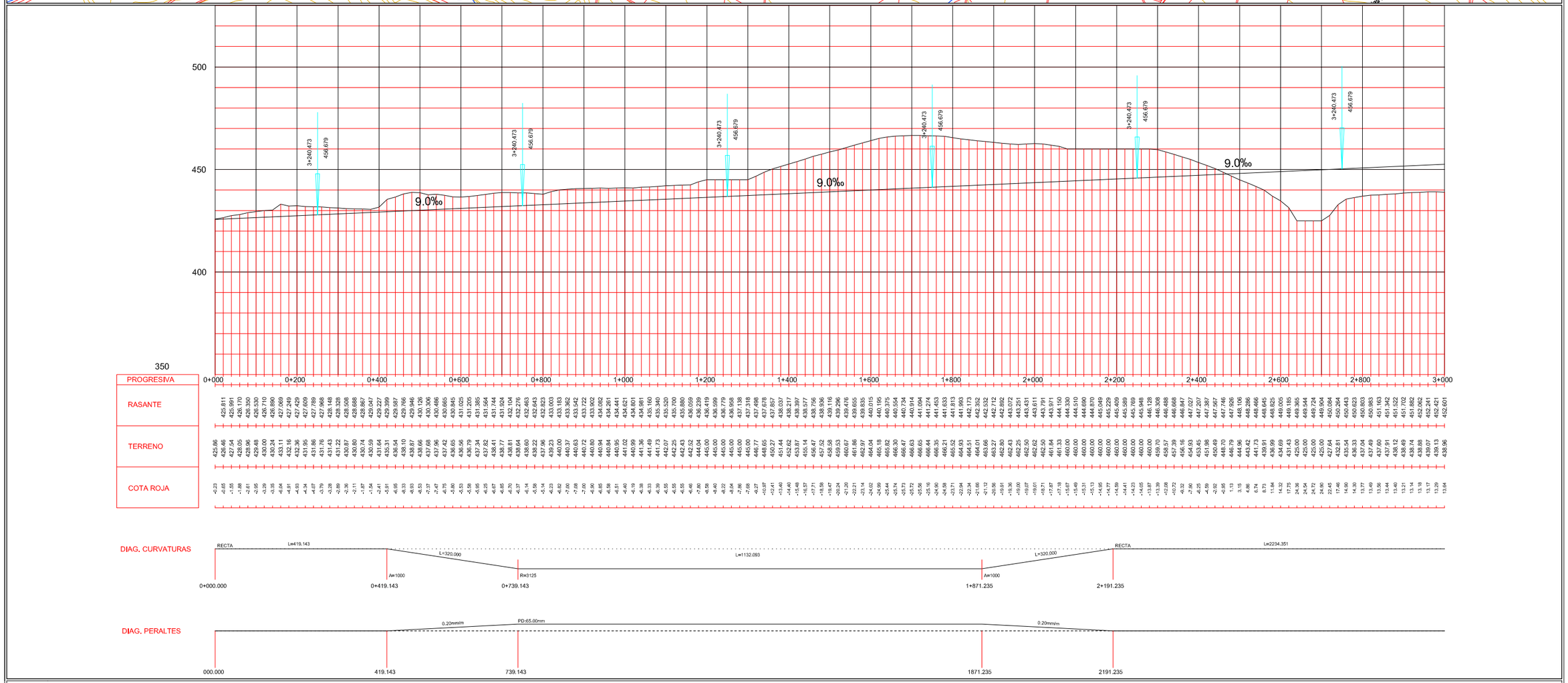
3

0

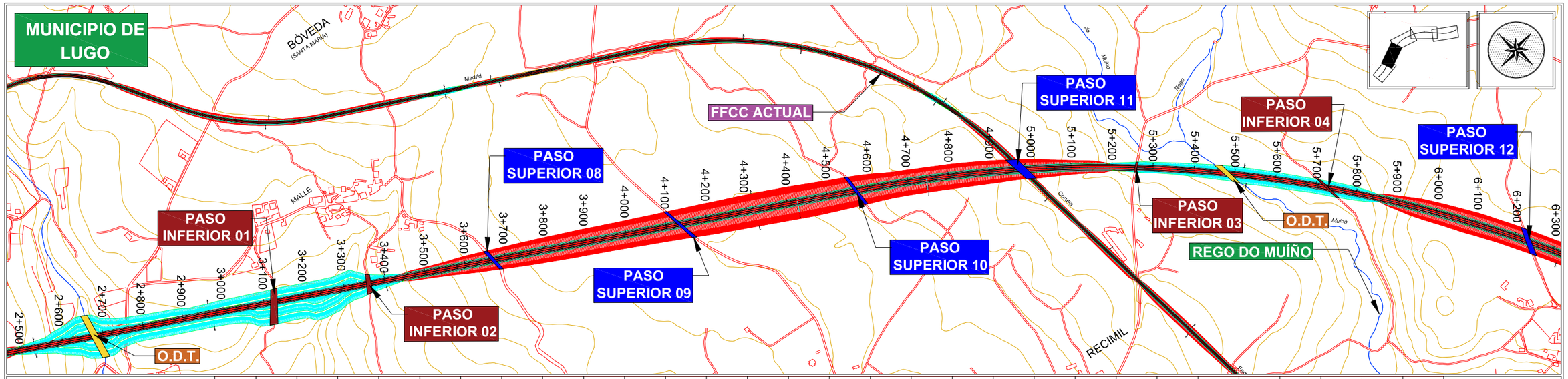
0	Línea actual. Vía única, ancho ibérico
3	Alternativa 3. Vía doble, ancho internacional con traviesa polivalente

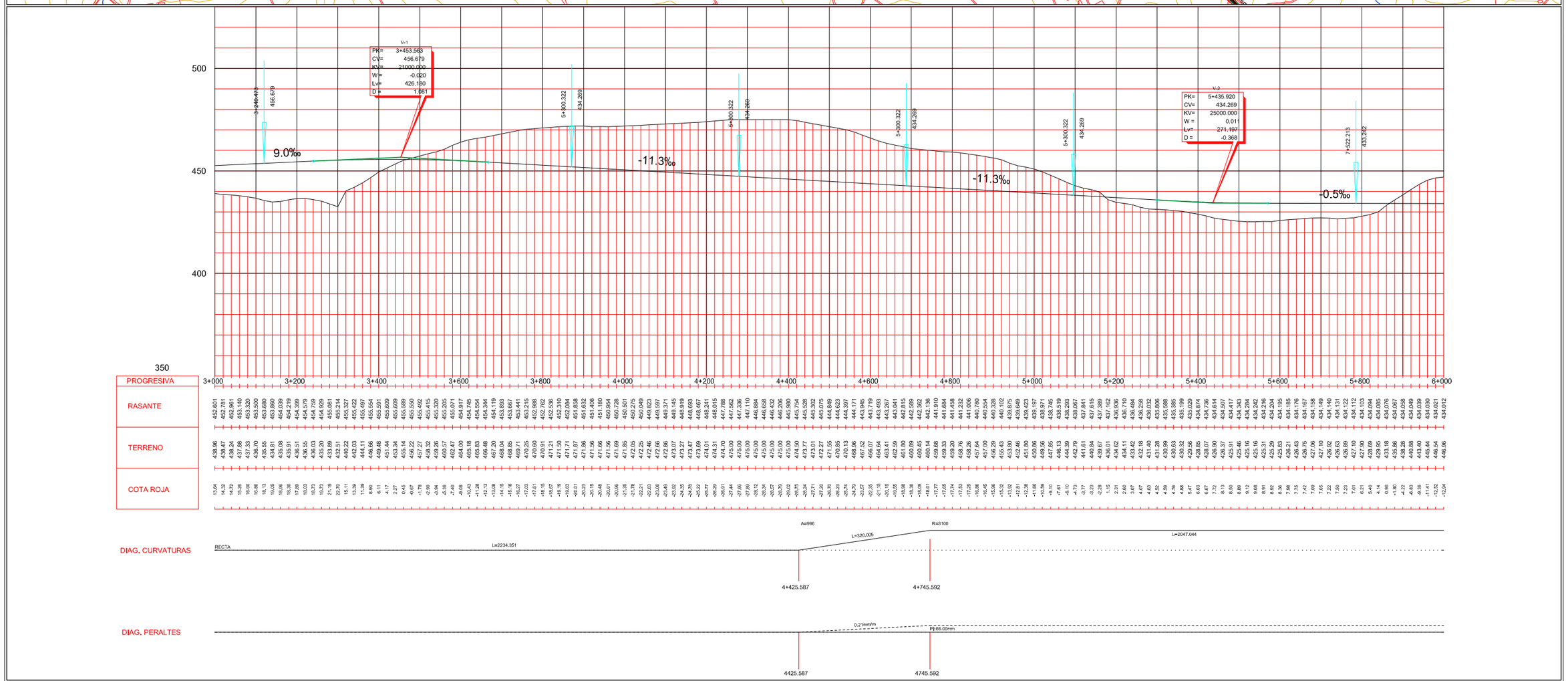
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ALTERNATIVA 3. PLANTA GENERAL	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 6.5.3.2 Hoja: 2 de 2



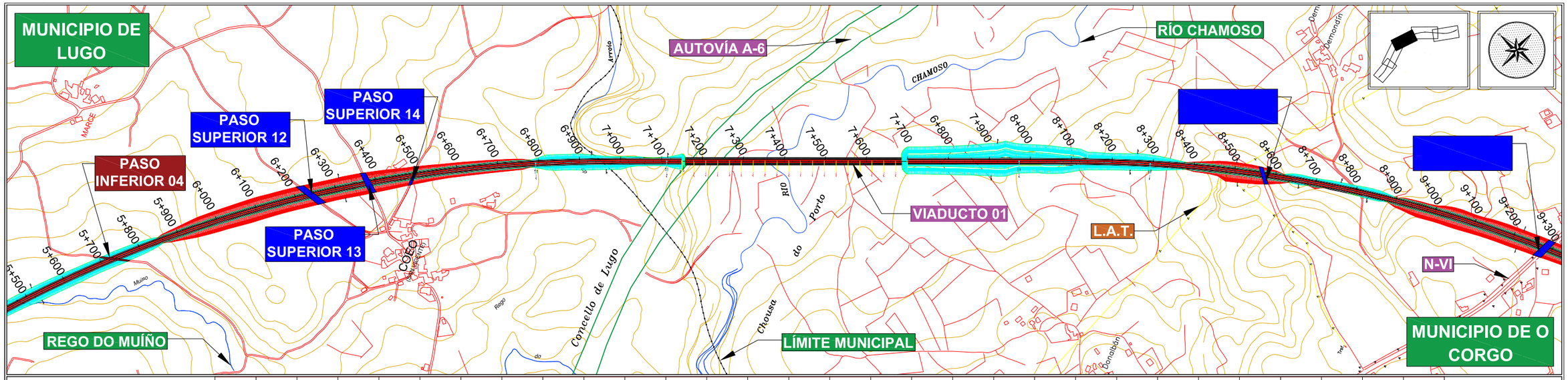


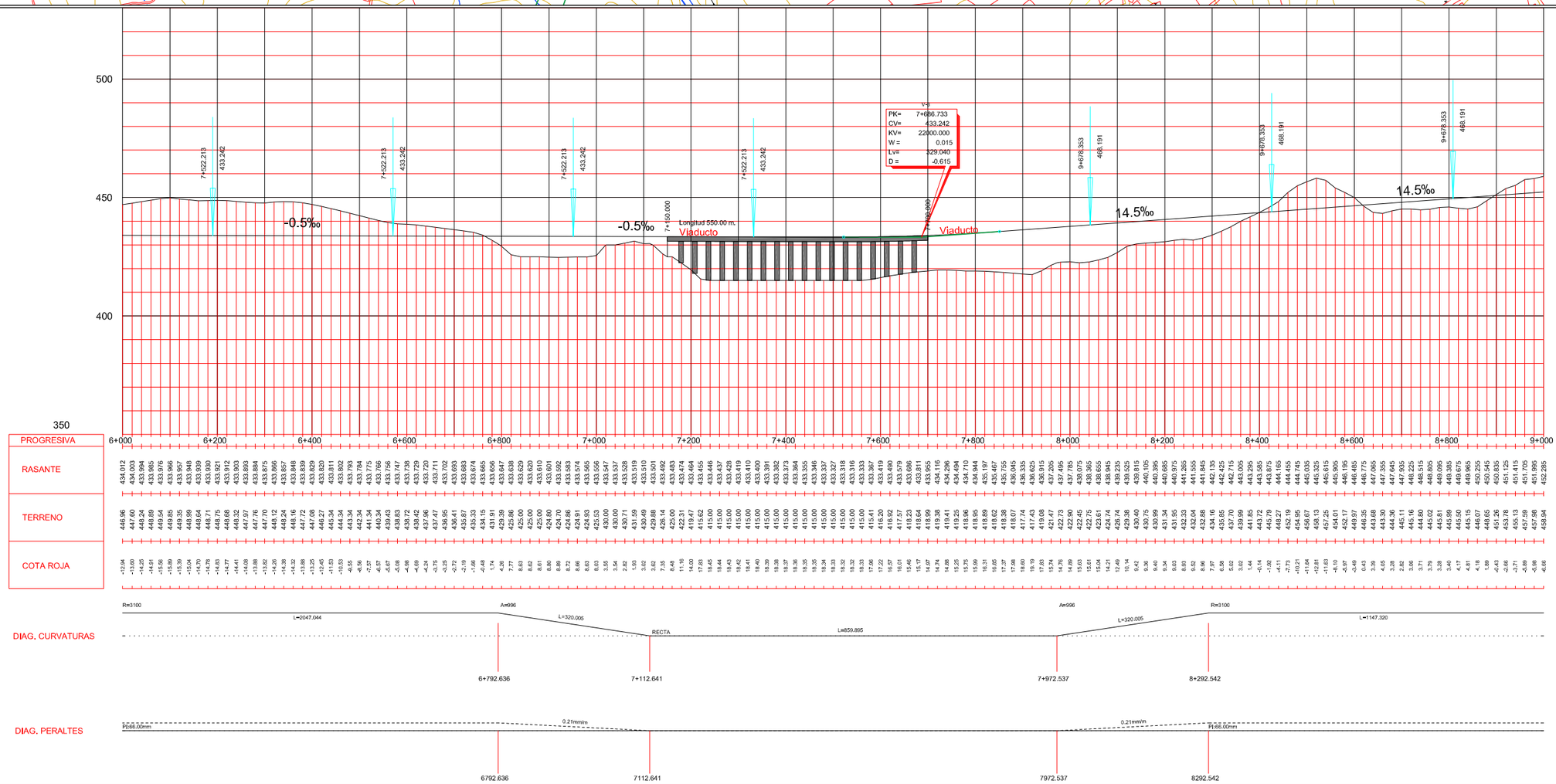
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 3 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.3.3 Hoja: 1 de 5



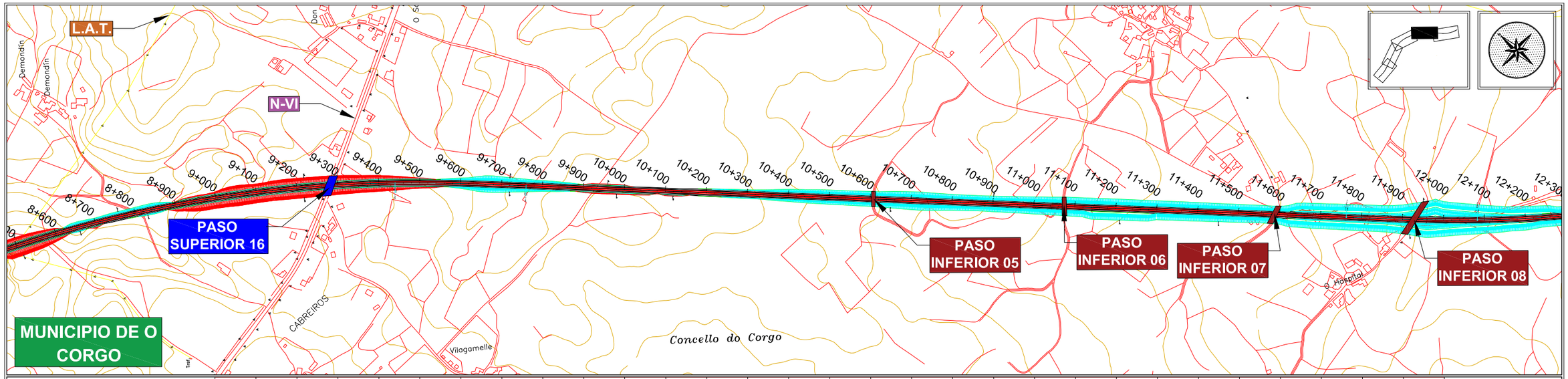


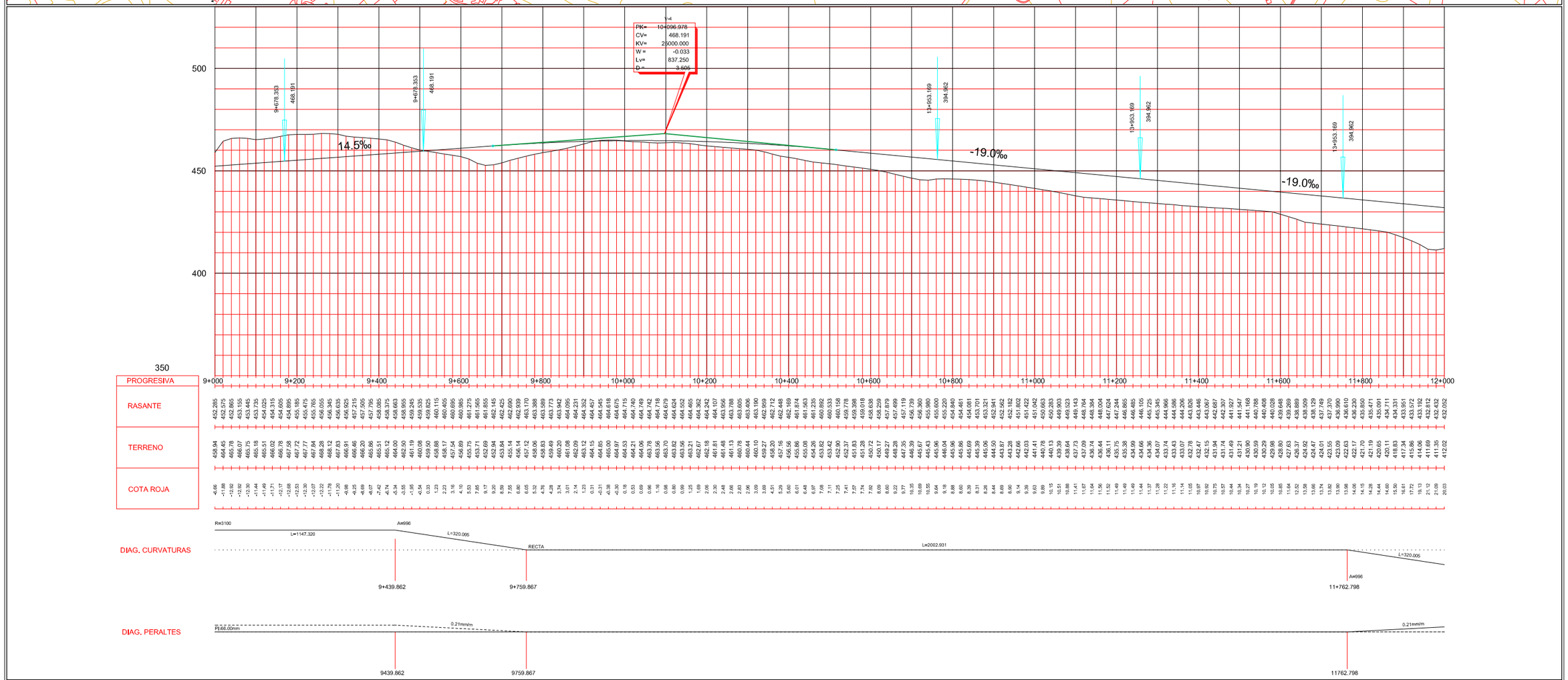
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 3 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.3.3 Hoja: 2 de 5



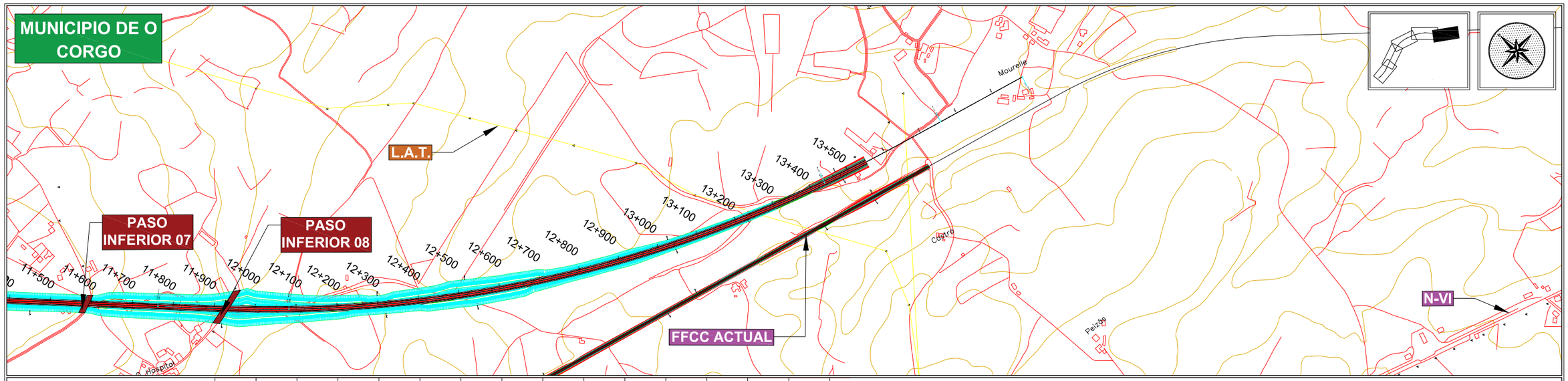


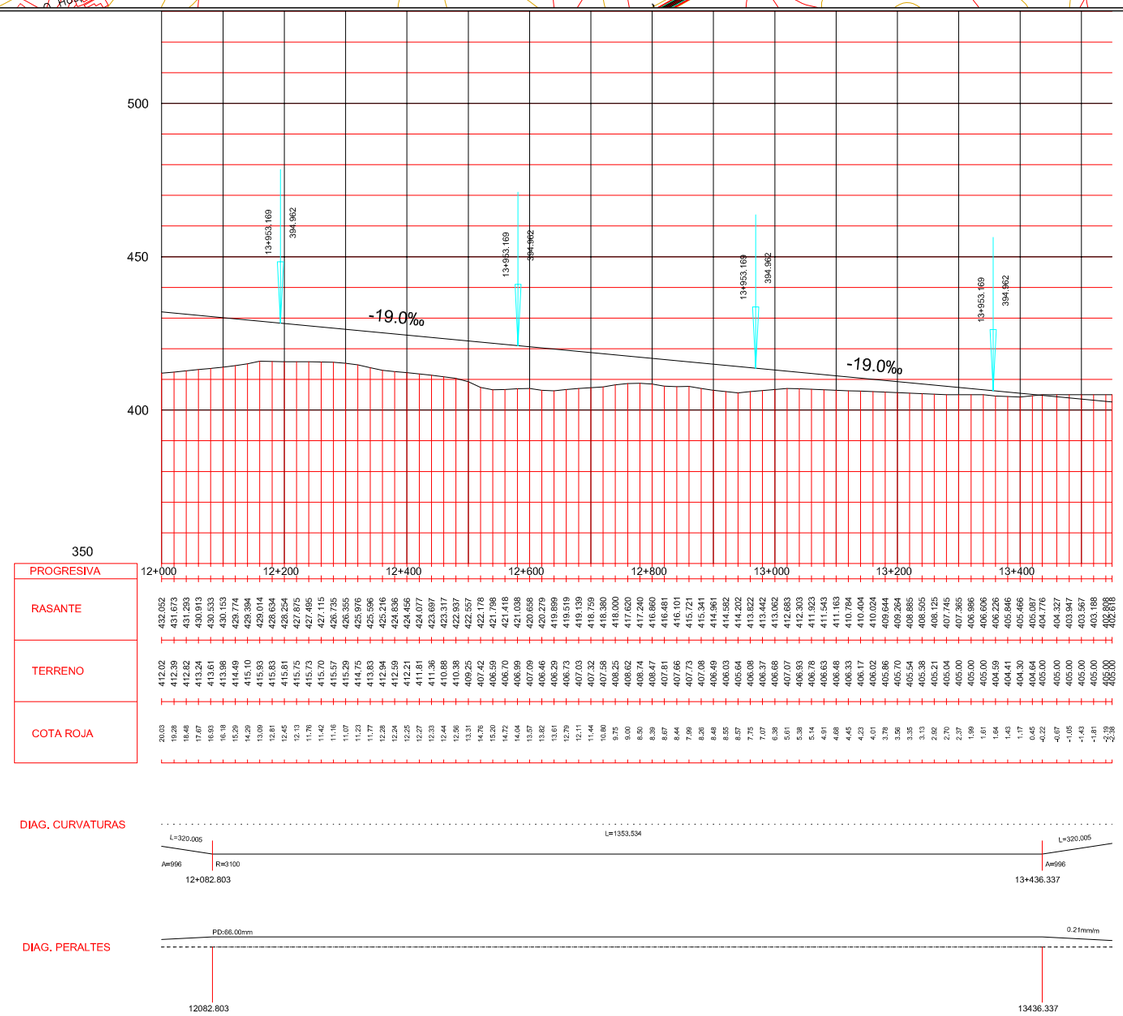
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 3 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.3.3 Hoja: 3 de 5





E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 3 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.3.3 Hoja: 4 de 5





E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL. ALTERNATIVA 3 PLANTA DE DETALLE	ESCALA: Escala Horizontal: 1/10.000 0m 200m 400m Escala Vertical: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 6.5.3.3 Hoja: 5 de 5

ANEJO Nº03: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 03: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

1. Introducción 01

2. Estratigrafía 02
- **2.1. Precámbrico** 02
  - 2.1.1. *Serie de Alba* 02
  - 2.1.2. *Serie de Villalba* 02
- **2.2. Paleozoico** 02
  - 2.2.1. *Cámbrico inferior* 02
  - 2.2.2. *Cámbrico medio y superior* 03
  - 2.2.3. *Ordovícico inferior* 03
  - 2.2.4. *Ordovícico medio y superior* 04
- **2.3. Pliocuaternario** 03
- **2.4. Cuaternario** 04

3. Petrología 04
- **3.1. Rocas ígneas** 04
  - 3.1.1. *Granitos calcoalcalinos biotíticos* 04
  - 3.1.2. *Granitos alcalinos de dos micas* 05
- **3.2. Rocas metamórficas** 05
  - 3.2.1. *Serie de Alba* 06
  - 3.2.2. *Serie de Villalba* 06
  - 3.2.3. *Paleozoico* 06

4. Tectónica 07

5. Historia geológica 08

6. Geología económica 08
- **6.1. Minería** 08
- **6.2. Canteras** 08
- **6.3. Hidrogeología** 09

7. Características geotécnicas 09
- **7.1. Introducción** 09
- **7.2. Características hidrológicas** 10
- **7.3. Interpretación geotécnica de los terrenos** 11
- **7.4. Descripción de los trabajos realizados** 11
  - 7.4.1. *Sondeos mecánicos a rotación* 11
  - 7.4.2. *Calicatas mecánicas* 12
  - 7.4.3. *Ensayos de penetración estática (SPT)* 12
  - 7.4.4. *Ensayos de laboratorio* 12
  - 7.4.5. *Sondeos* 13
  - 7.4.6. *Resultados* 14
- **7.5. Desmontes y terraplenes** 14
- **7.6. Categoría de la explanada** 14

Apéndice 01: *Mapa Geológico de España* 16

Apéndice 02: *Mapa Geotécnico de España* 18

Apéndice 03: *Mapa de sondeos* 20

1. INTRODUCCIÓN:

El objetivo principal de este anejo es ofrecer una visión global de la realidad geológica y geotécnica de la zona de proyecto.

Con este estudio se busca profundizar en aspectos relacionados con la estratigrafía, petrología y tectónica de la zona de estudio. Sin embargo, ésta se realizará a grandes rasgos debido al carácter de anteproyecto de nuestro estudio y no se llevarán a cabo los análisis de campo, que si serían necesarios en caso de elaboración del proyecto definitivo.

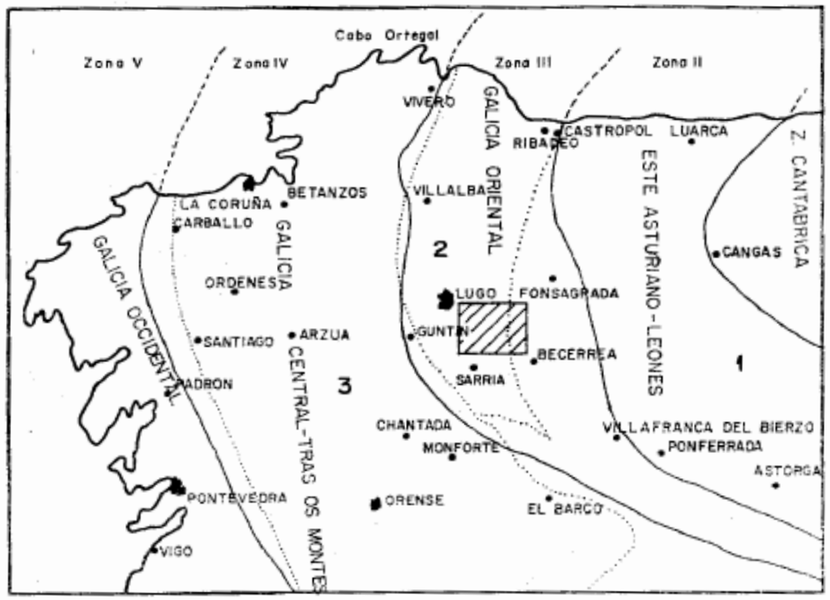
Toda la información aquí presente, recopilada y analizada se ha obtenido de la *Hoja Número 98* del *"Mapa Geológico de España"* (Escala 1/50.000) publicado por el *Instituto Geológico y Minero de España*.

Desde el punto de vista geográfico se encuentra en la parte oriental de la región gallega, extendiéndose desde el meridiano de Lugo hasta casi el de Becerreá. Sirve de límite occidental el río Miño y de límite oriental el valle del río Baleira al Norte y la Sierra de Pena de Pico al Sur.

La Hoja presenta una morfología muy variada, pudiéndose dividir en dos zonas: La parte occidental, de formas suaves y valles abiertos sin grandes desniveles topográficos, y de una altura media de unos 400 – 500 metros y la zona oriental, más abrupta, con valles encajados y cotas más elevadas que culminan con las Sierras de Peñago y de Pena do Pico.

El área estudiada pertenece a la zona III (MATE, 1968) del Macizo Hercínico de Galicia, caracterizada por:

a) Presencia de un Precámbrico esquistoso, localmente cuarcítico, bastante potente y de gran monotonía petrológica.
b) Presencia de un Cámbrico completo, de notable diversidad petrológica y con una potencia total de unos 1.500 – 2.000 metros.
c) Desde el punto de vista tectónico, por la presencia de pliegues con plano axial subhorizontal y que se van levantando progresivamente en dirección Este.



LEYENDA

Cuadrícula de la Hoja, 1:50.000; nº 08–07

Límite aproximado de zonas paleogeográficas

Límite aproximado de dominios tectónicos

1 Dominio de pliegues de plano axial subvertical
2 Dominio de pliegues tumbados
3 Dominio de pliegues tumbados y replegados

Cuadro 1.—Esquema de distribución de zonas paleogeográficas del NO. de la Peninsula Ibérica, y dominios tectónicos principales (MATTE, P., 1968).

2. ESTRATIGRAFÍA:

El ferrocarril objeto de este anteproyecto atraviesa una sucesión, al parecer ininterrumpida, desde el Precámbrico hasta el Ordovícico Medio.

Hay que destacar la existencia de un Precámbrico esquistoso muy monótono en el tiempo y en el espacio. También es destacable la diversidad petrológica del Cámbrico.

2.1. PRECÁMBRICO:

Se han diferenciado dentro del Precámbrico dos series principales: La serie inferior, o *"Serie de Alba"*, formada por esquistos micacíticos que engloban hacia el techo un potente banco cuarcítico y la serie superior o *"Serie de Villalba"*, formada principalmente por micacitas.

2.1.1. SERIE DE ALBA:

Aflora en una zona no superior al kilómetro cuadrado desapareciendo al NO, por debajo del Pliocuaternario y limitando al Sur por el granito de Sarria. No se ve la base de dicha serie, en cambio se puede ver perfectamente el tránsito a la serie superior (Serie de Villalba).

Presenta, de muro a techo, la siguiente sucesión estratigráfica:

a) Esquistos micacíticos, muy moscovíticos de coloración amarillenta, hojosos y con irisaciones, que se caracterizan por la presencia de poiquiloblastos de granate y a veces estaurolita. Estas micacitas corresponden en origen a sedimentos arcillosos ricos en alúmina y hierro y a la vez pobres en calcio y magnesio.
b) Del tramo anterior se pasa a un nivel detrítico que comienza con una débil alternancia de cuarcitas micáceas y esquistos micacíticos, para terminar en un banco de unos 40 metros de potencia de cuarcitas algo moscovíticas, que intercala pequeños niveles de micaesquistos moscovíticos de color verdoso.
c) En el techo se encuentras unas micacitas que van haciendo más biotíticas a medida que se asciende en la serie, para pasar de forma insensible a la *"Serie de Villalba"* definida por la presencia de las primeras intercalaciones de anfibolitas.

2.1.2. SERIE DE VILLALBA:

Se encuentra sobre la *"Serie de Alba"*. La forma una potente y monótona secuencia de esquistos micacíticos, gneis pelíticos con granates y lentejones intercalados de gneis anfibólicos de una potencia máxima de 15 centímetros. En general, la serie es menos moscovítica que la anterior.

Los gneis anfibólicos presentan estructura típica de *"gerbes"* con una distribución irregular de los anfíboles en el plano de esquistosidad. Las anfibolitas son rocas oscuras, de color gris – verdoso y con vierto bandeado, debido a las distintas concentraciones de anfíboles en los planos de esquistosidad.

2.2. PALEOZOICO:

Aparece completo y con una gran diversidad petrológica.

2.2.1. CÁMBRICO INFERIOR:

Diferenciándose las siguientes series:

a) ***Serie de Cándana Inferior:*** Consta de un centenar de metros cuarcitas pardo – grisáceas, a veces azuladas, de grano más fino y compactas, alternando con esquistos satinados de grano fino que se disponen en delgados paquetes y que ha servido para delimitar la separación entre las series esquistosas precámbricas, antes descritas, y el primer nivel carbonatado del Cámbrico Superior. Aflora a lo largo del flanco occidental.

b) ***Serie de Cándana Medio:*** Constituida por unos 600 metros de una sucesión esquistosa que de base a techo presenta los siguientes tramos:

b.1) 120 metros de esquistos verdosos satinados con moscovita y clorita, que intercalan pequeños niveles de cuarcita.
b.2) 60 metros de una serie más grosera, areniscosa, que cuando se altera presenta colores amoratados.
b.3) 60 metros de un lentejón de dolomía marmórea de color grisáceo con un ligero bandeado.
b.4) 150 metros de pizarras sericíticas, de color grisáceo, que se caracterizan por una gran homogeneidad litológica.
b.5) Niveles lenticulares de caliza marmórea y dolomía, de colores claros, donde se han encontrado estructuras de algas y posiblemente arqueoziátidos.
b.6) 150 metros de un tramo detrítico de semiesquistos.

c) ***Serie de Cándana Superior:*** Se trata aproximadamente de unos 200 metros de cuarcitas en bancos, generalmente grisáceos y blancos que alternan con unos niveles de areniscas y pizarras sericíticas. Esta serie aflora en el flanco occidental y oriental del pliegue.

d) ***Serie de las Alternancias:*** Formada por unos 200 metros de pizarras de color gris – verdoso y esquistos micáceos. Muy localmente aparecen pequeños bancos de cuarcitas grisáceas y pequeños lentejones calizos. La base de esta serie la forman unos 25 metros de esquistos carbonosos con pirita.

2.2.2. CÁMBRICO MEDIO Y SUPERIOR:

Formado principalmente por una serie Flysch de unos 600 metros donde alternan esquistos sericíticos y pizarras con niveles de cuarcitas y areniscas o esquistos muy cuarcíticos. A veces los niveles más groseros aparecen en forma de glándulas. Esta serie suele dar relieves destacados en la topografía. Aflora en el corazón del sinclinal y en el flanco occidental del mismo cuyo eje coincido aproximadamente con el río Trubazos.

La serie comienza con una alternancia de esquistos y cuarcitas, en bancos muy finos, para pasar de forma progresiva a alternancias en capas más potentes. Hacia la mitad aparece un banco algo carbonatado de unos 8 metros. Hacia el techo la serie se hace más pizarrosa y predominan los colores claros.

2.2.3. ORDOVÍCICO INFERIOR:

Consta de unos 100 metros de cuarcitas que se presentan en potentes bancos de color claro, que dan resalte en la topografía y que hacia el techo se transforman en una alternancia casi tableada de esquistos y cuarcitas en paquetes de 10 – 30 centímetros.

2.2.4. ORDOVÍCICO MEDIO Y SUPERIOR:

Los tramos superiores están representados por un estrecho afloramiento de esquistos carbonosos, algo lustrosos, de color azulado, que intercalan niveles de areniscas. Ocupan el centro del sinclinal anteriormente citado.

2.3. PLIOCUATERNARIO:

Formado por sedimentos que reposan horizontales o subhorizontales y discordantes sobre un substrato ígneo o metamórfico. Están formados por depósitos continentales rojizos y litológicamente muy heterogéneos.

A escala macroscópica esta formación presenta las mismas litofacies en todos los afloramientos de zona.

Los depósitos son, en líneas generales, de tipo raña, en los que alternan arcillas arenosas rojizas, algo micáceas, y a veces felpespáticas, con gravas y arenas, presentan horizontes irregulares donde predominan los cantos subangulosos de cuarcita y cuarzo inmerso en una matriz arenoso – arcillosa, y arenas feldespáticas subredondeadas con bastantes fragmentos de rocas pizarrosas.

2.4. CUATERNARIO:

Los materiales cuaternarios considerados en cartografía corresponden exclusivamente a depósitos aluviales, formados generalmente por limos y arcillas con cantos subredondeados poligénicos y heterométricos. La proporción relativa de una y otra fracción es variable, constituyendo en ciertas zonas gravas lavadas y en otras arcillas limosas exentas de cantos gruesos. A veces estos depósitos constituyen terrazas ligeramente colgadas (1,5 metros) en el río Miño.

3. PETROLOGÍA:

3.1. ROCAS ÍGNEAS:

Las rocas ígneas que afloran en la zona se pueden incluir dentro de las dos grandes series graníticas que se extienden por toda la Cadena Hercínica: Granitos calcoalcalinos biotíticos (Granodioritas) y granitos alcalinos de dos micas (Leucogranodioritas).

3.1.1. GRANITOS CALCOALCALINOS BIOTÍTICOS:

Dentro de esta serie granítica se distinguen dos grandes grupos, según la época de su emplazamiento:

a) ***Granodiorita precoz:*** Constituye casi toda la totalidad de nuestra zona de estudio. Aflora en el borde suroccidental de la misma, en una extensión aproximada de unos treinta y ocho kilómetros cuadrados y adquiere el afloramiento su longitud máxima, según la dirección ENE – OSO, coincidente con el sistema predominante de las fracturas cartografiadas.

Al norte y nordeste está limitado, en gran parte, por la *"Serie de Villalba"* y por la leucogranodiorita de Sarria que se dispone bordeando la granodiorita. Al sur y suroeste limita con una gran fractura que la pone en contacto con el Pliocuaternario del Valle del Láncara y al norte y suroeste por el macizo de Neira. Por la presencia de esquistos en el centro del macizo, parece que la topografía lo corta en sus niveles más altos. La forma alargada del macizo, así como la ubicación del granito alcalino de Sarria, bordeando al macizo de Puebla de San Julián, parece indicar que el emplazamiento se hizo aprovechando fracturas de dirección ENE – OSO.

La facies común de estos granitos, que no es la típica de esta serie por comparación con las granodioritas de Galicia occidental, es una roca de grano grueso, color gris oscuro, en la que destacan megacristales de feldespato, grandes cristales alotriomorfos de cuarzo y predominio de la biotita sobre la moscovita en las partes centrales del macizo. En las proximidades del contacto con las leucogranodioritas aparecen grandes moscovitas tardías cristalizadas en el proceso de moscovitización de la roca, acaecido durante el emplazamiento de las leucogranodioritas.

El estudio petrológico de lámina delgada, de la facies común, proporciona los siguientes datos:

- El cuarzo se presenta en cristales alotriomorfos en los que es frecuente encontrar inclusiones de rutilo.
- El feldespato potásico aparece en megacristales subidiomorfos pertitizados. Aparece también una segunda generación de microclina que rellena los intersticios entre los cristales y que está generalmente bien desarrollada.
- Las plagioclasas se presentan en cristales subidiomorfos, en su mayoría zonados. El núcleo más cálcico alcanza contenidos en anortita del treinta por cien, mientras que en los bordes estos contenidos varían del quince al veinte por cien. Son frecuentes los crecimientos mirmekíticos.
- La biotita es la mica más abundante en la facies común, muy pleocroica y presenta numerosas inclusiones de circón.

- La moscovita aparece en las proximidades del contacto con las leucogranodioritas, forma generalmente grandes cristales, en los que se observan crecimientos simplectíticos en los bordes. Es frecuente que aparezca asociada a feldespatos y biotita.
- Los minerales accesorios más frecuentes son: circón, opacos, apatito y rutilo.

b) ***Granodiorita tardía:*** Se presenta en afloramientos aproximadamente circulares.

El *Macizo de Lugo* aflora en una extensión aproximada de 1,5 kilómetros cuadrados emplazándose en la *"Serie de Villalba".* Debido a la pequeña extensión de afloramiento dentro de la zona, es difícil determinar su relación con la roca encajante. Sólo puede decirse que la esquistosidad se adapta al contacto, pero buzando hacia fuera del granito. Se ha observado que es anterior, en su emplazamiento, al *Macizo de Castroverde*, pues éste es intrusivo en el *Macizo de Lugo.*

Petrológicamente, se trata de una roca grisácea, de grano grueso a medio y de fractura irregular. Microscópicamente se observa que es una roca de textura granuda hipidiomorfa constituída esencialmente por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita.

3.1.2. GRANITOS ALCALINOS DE DOS MICAS:

Constituyen un grupo de granitos adamellíticos con dos micas, que en la zona afloran en una estrecha franja adosada a los bordes del macizo de la granodiorita precoz, con una extensión no superior a los tres kilómetros cuadrados.

La forma del afloramiento y su concordancia con el macizo hacen pensar que este granito ha ascendido aprovechando las discontinuidades creadas por el emplazamiento de la granodiorita o las mismas zonas débiles que aquella utilizó para su ascenso.

Los principales datos petrográficos obtenidos del estudio en lámina delgada son los siguientes: Poseen textura granuda, en la que no destacan jamás megacristales de feldespato, y los componentes mineralógicos principales son: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita y biotita.

- El feldespato potásico es generalmente subidiomorfo.
- La plagioclasa presenta tendencias al automorfismo y zonación oscilante.
- Las biotitas son de tonos castaños y fuertemente pleocroicas.
- Las moscovitas son siempre las últimas en cristalizar, pues sus cristales engloban a los de otros minerales.
- Los minerales accesorios más frecuentes son: apatito, circón y minerales opacos.

Se encuentra asociada a estas leucogranodioritas una serie de filones de productos hidrotermales y/o neumatolíticos.

Las características mineralógicas, el bajo contenido en anortita de las plagioclasas, la presencia de microclina y la ausencia de megacristales, indican que el magma originario era de baja temperatura.

3.2. ROCAS METAMÓRFICAS:

El metamorfismo estudiado en la zona es de tipo epizonal y mesozonal de presión intermedia, asimilable al metamorfismo tipo Barrowiense, si bien con un gradiente geotérmico inferior.

Se ha encontrado la siguiente sucesión zonal: Zona de la clorita, zona de la biotita y zona de la estaurolita.

La mesozona es la más extendida, mientras que la epizona queda restringida al borde oriental de la zona. Existe un efecto de zócalo, de forma que al Domo de Lugo se le considera como una gran *"plataforma de estaurolita".*

Las características del metamorfismo registrado en esta zona parecen concordar perfectamente dentro del metamorfismo regional hercínico de Galicia oriental.

La descripción petrológica de los materiales metamórficos presentes en la zona se realizará siguiendo el mismo orden establecido en el apartado de Estratigrafía.

3.2.1. SERIE DE ALBA:

Se diferencian en ella los siguientes tipos petrológicos: Esquistos moscovíticos con estaurolita y cuarcitas micáceas.

Las primeras son rocas foliadas con textura lepidoblástica. Como componentes principales aparecen: Cuarzo, moscovita, biotita y estaurolita. Como componentes accesorios: Biotita cloritizada, apatito, circón, turmalina y opacos. En algunos niveles los granates son gigantes y muy abundantes y la estaurolita es porquilítica.

Las cuarcitas micáceas son rocas ligeramente foliadas, con textura granoblástica orientada y a veces lepidoblásticos. Los minerales principales son: Cuarzo y moscovita. Los minerales accesorios son: Biotita, circón, turmalina, estaurolita y granates, clorita y sericita como secundarios.

3.2.2. SERIE DE VILLALBA:

Los tipos petrológicos más corrientes son: Esquistos micacíticos con granates, gneis micáceos con granates y anfibolitas.

Los esquistos micacíticos con granates son rocas oscuras muy foliadas, de textura lepidoblástica, con biotitas orientadas según los planos de foliación. Los minerales principales son: Cuarzo, moscovita, biotita y granate. Como accesorios aparecen: Circón, apatito, turmalina, clorita, plagioclasa y muy raramente rutilo. Estos esquistos provienen de sedimentos arcillosos.

Los gneis micáceos granatíferos son rocas foliadas, con textura lepidoblástica, que presentan la siguiente paragénesis mineral. Minerales principales: Cuarzo, biotita, moscovita, plagioclasa y granate. Minerales accesorios: Apatito, circón, a veces turmalina y fesdespato potásico.

Las anfibolitas o gneis anfibólicos son rocas verdosas con clara laminación. Presentan textura granuda con poiquiloblastos y ligera orientación. A veces presentan textura nematoblástica. Como componentes principales aparecen: Cuarzo, plagioclasa, anfíbol monoclínico y como componentes accesorios: Biotita, granate, esfena, apatito, epidota y circón. Los granates y anfíboles presentan textura poiquilítica. A veces aparecen también texturas hilicíticas en los granates.

3.2.3. PALEOZOICO:

a) La ***Serie de Cándana inferior*** está constituida por cuarcitas y esquistos moscovíticos. Las cuarcitas son de color parduzco, a veces azulado, con textura granoblástica. En la cuarcita, con menor grado de recristalización, se observa claramente una escasa madurez textural. Componentes principales: Cuarzo y clorita. Componentes accesorios: Moscovita, biotita, apatito, turmalina, circón, sericita y óxido de hierro con textura especular.

   Los esquistos son verdosos y presentan textura lepidoblástica. Minerales principales: Cuarzo y biotita. Minerales accesorios: Moscovita, turmalina, circón y cloritoide. Estos esquistos derivan de sedimentos arcillosos ricos en hierro.

b) La ***Serie de Cándana medio*** presenta los siguientes tipos petrológicos: Esquistos moscovíticos, mármol dolomítico y semiesquistos. Los esquistos moscovíticos son de color verdoso. Tienen una textura lepidoblástica y presentan las siguientes paragénesis minerales. Minerales principales: Cuarzo, moscovita, clorita. Minerales accesorios: Albita, clorita, turmalina, circón, apatito. Esta roca estaría originada por metamorfismo regional de sedimentos arcillosos.

   El mármol dolomítico aflora en dos lentejones que pueden alcanzas hasta los cien metros de potencia. Son rocas de textura granoblástica, ligeramente bandeada, que a veces contienen estructuras de algas y posibles restos de arqueoziátidos. El mineral más abundante es la dolomita, como accesorios están el cuarzo y minerales micáceos, tales como moscovita y sericita.

   Los semiesquistos son rocas de color marrón poco elaboradas y con textura clásica que presentan zonas más pizarrosas.

c) La ***Serie de Cándana superior*** está constituída por cuarcitas y alternancias de areniscas y pizarras. Las cuarcitas son de color claro, a veces grisáceo, de grano fino. Presentan textura granoblástica y ligera orientación cuando son ricas en minerales micáceos. Minerales principales: Cuarzo. Minerales accesorios: Plagioclasa, feldespato potásico, sericita, apatito, circón, turmalina, moscovita y rutilo.

Las altenancias de areniscas – pizarras están formadas por una sucesión tipo flysh de rocas con textura pizarrosa orientada en los niveles más finos y textura clástica en las areniscas. Los minerales principales son: Cuarzo y sericita. Los minerales accesorios son: Clorita, plagioclasa, circón, turmalina, feldespato potásico y opaco.

d) La ***Serie de las alternancias*** presenta los siguientes tipos petrológicos: Pizarra sericítica, esquistos micáceos, mármol de calcita y semiesquistos.

Las pizarras sericíticas son rocas grisáceas de grano fino y textura lepidoblástica. Minerales principales: cuarzo, moscovita y sericita. Minerales accesorios: Clorita, turmalina, feldespatos, biotita y opacos. Estas rocas están formadas por metamorfismo de sedimentos pelíticos.

Los esquistos micáceos son rocas grisáceas de textura lepidoblástica y a veces presentan alineación. Minerales principales: Cuarzo y moscovita. Minerales accesorios: Oligoclasas, feldespato potásico, apatito, clorita, sericita y turmalina. Proceden del metamorfismo de sedimentos arcillosos.

El mármol de calcita son rocas negruzcas, con vetas y zonas blanquecinas que presentan textura granoblástica. Minerales principales: Calcita. Minerales accesorios: Cuarzo, plagioclasa y moscovita.

Los semiesquistos son rocas gris – marrón, con textura lepidoblástica y que presentan asociaciones minerales. Minerales principales: Cuarzo y moscovita. Minerales accesorios: Plagioclasa, circón, turmalina, clorita y apatito. Proceden del metamorfismo de rocas arenosas con arcilla, algunas veces del tipo arcosa.

4. TECTÓNICA:

Nuestra zona de estudio está enclavada en la zona paleogeográfica. Los materiales deformados son de edad Precámbrico y Paleozoico inferior, y presentan generalmente una sola esquistosidad, que a escala macro, y a veces mesoestructural, está deformada. Se trata de una zona en la que se pasa el dominio de los pliegues acostados con plano axial horizontal y desarrollo amplio del flanco invertido, al dominio de pliegues con vergencia. La edad de la deformación es hercínica, aunque en la zona sólohay datos para acotar la deformación entre el Ordovícico medio y la edad de la granodiorita precoz.

La cronología relativa de las fases hercínicas viene definida por la siguiente secuencia:

a) ***Fase I de plegamiento*** que afecta a todo el ámbito estudiado. Es la fase de máximo desarrollo y afecta a los materiales del Precámbrico y del Paleozoico inferior.

A escala macroestructural esta fase ha producido pliegues tumbados de verguencia este y una vesticalización progresiva de la esquistosidad a medida que se avanza hacia el flanco oriental de la estructura de la zona. Esta esquistosidad está deformada a escala cartográfica por una segunda fase, que no se estima sea la total responsable de dicha verticalización. Existe también la presencia de pliegues menores, cuyo flanco invertido va disminuyendo hacia el este. A escala microestructural se caracteriza por una esquistosidad que pasa de foliación a esquistosidad de flujo oeste a este.

Esta fase va acompañada de un metamorfismo intermedio de baja presión, quedando la zona situada, bien en la mesozona (parte occidental), bien en la epizona (parte oriental).

b) ***Fase II de plegamiento,*** visible a escala cartográfica y que se atenúa en el flanco oriental de la zona. En el área estudiada esta fase tiene más importancia de la que hasta el momento se le había venido dando. En la mitad oriental esta fase es responsable de un amplio sinclinal que se superpone al ya sinclinal tumbado y que se enlaza hacia el oeste con el *"Domo de Lugo".* Esta fase se manifiesta a escala meso y macroestructural.

A escala macroestructural esta fase se traduce en un amplio sinclinal de unos cinco kilómetros de longitus donde la esquistosidad es uno y otro flanco presenta buzamientos de trienta grados y que da lugar al cierre periclinal de la zona. Este sinclinal empalma hacia el este con un anticlinal más cerrado que pliega el sinclinal tumbado y que cartográficamente es el responsable de una repetición de las *"Calizas de Vegadeo"* que se encuentran siempre en el flanco normal de primera fase. Al avanzar hacia el este, los efectos de ésta disminuyen hasta hacerse imperceptibles, probablemente debido a que se penetra en un dominio más competente.

c) Formación de pliegues laxos de dirección este – oeste.

d) Fases tardías con formación de "kink – bands" y fallas de desgarre horizontales sinistras. Los rasgos estratigráficos que permitieran datar estas fases son muy escasos, debido a la ausencia de depósitos postectónicos en la zona estudidada. La única solución aceptable sería conocer, por medio de dataciones radiométricas, las edades absolutas de los granitos, y como, por otra parte, se conoce la cronología relativa deformación – emplazamiento del granito, podría llegarse a una datación bastante precisa de las fases hercínicas. De esta forma se han logrado los siguientes resultados: La fase I debe ser viseense y la fase II intrawestfaliense.

Los pliegues este – oeste deben de tener unos doscientos ochenta metros aproximadamente, es decir, deben corresponder al Estefaniense Alto. Las fallas de desgarrre y los "kink – bands" están comprendidas entre los doscientos sesenta metros y unos doscientos veinticinco metros de los primeros sedimentos triásicos.

5. HISTORIA GEOLÓGICA:

La zona de estudio está enclavada en la Cadena Hercínica. Presenta estructuras paralelas de dirección aproximada norte – sur. Estas estructuras tienen gran continuidad longitudinal, mientras que transversalmente a ellas aparecen distintas unidades y materiales muy diversos.

La historia geológica de la zona puede resumirse con la sucesión de fenómenos que se indica a continuación:

1. Posibles movimientos epirogénicos de edad Cadomiense, que se manifestarán como una ligera discordancia Cámbrico – Precámbrico.
2. Orogenia hercínica definida por dos fases de deformación principales, acompañadas de un metamorfismo intermedio de baja presión y una etapa de compresión tardía de dirección norte – sur.
3. Movimientos epirogénicos que afectan ahora a un zócalo rígido sometido fundamentalmente a un intenso proceso erosivo y a una deformación de tipo fractura.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA:

6.1. MINERÍA:

En esta zona no existen minas en explotación, si bien se encuentran pequeñas labores abandonadas de minas de hierro, asociadas a fracturas en los materiales metamórficos que limitan la cuenca del Láncara por su borde oriental. Estos yacimientos no tienen continuidad ni grandes dimensiones y se intercalan en las series pizarrosas y cuarcíticas de la zona. Asociadas a las *"Calizas de Vegadeo"* se presentan anomalías geoquímicas positivas de cinc y plomo.

6.2. CANTERAS:

La explotación de rocas tiene gran actividad en la zona estudiada. Hay canteras que explotan los tramos más cuarcíticos de la *"Serie de Villalba",* el material extraído

se emplea, debido a su hojosidad y dureza, para la construcción de pequeñas vallas. Las principales canteras se encuentran en el borde noroeste de la zona.

La granodiorita tardía se utiliza cuando está poco meteorizada, como roca de construcción.Últimamente se han abierto grandes canteras que explotan los tramos más alterados de la granodiorita, utilizándose el material extraído como árido de granulometría fina y baja calidad.

Con el mismo fin se han abierto también grandes canteras en los asomo calizos de la zona. Todo el flanco oriental de la *"Caliza de Vegadeo"* presenta condiciones óptimas como masa rocosa canterable.

6.3. HIDROGEOLOGÍA:

Debido a la impermeabilidad de los materiales metamórficos, las posibilidades hidrológicas subterráneas son escasas, aunque variables. Al desplazarse el agua únicamente a favor de la esquistosidad y fracturas, las mayores o menores posibilidades de alumbramiento dependen de la dirección y buzamiento de la esquistosidad, así como de la topografía en cada punto.

La gran variabilidad del caudal de las corrientes fluviales de la zona pone de manifiesto la poca capacidad de almacenamiento de estos materiales.

Las labores más productivas son las realizadas en la formación pliocuaternaria, cuando cortan alguno de los niveles detríticos groseros intercalados en ella. Las surgencias de la zona están, en su mayor parte, relacionadas con aquéllos. También son interesantes las captaciones realizadas en el lem granítico, cuando las condiciones topográficas son favorables. En cualquier caso, la precipitación media anual es de unos mil cien milímetros por mes de media, lo que en definitiva condiciona un permanente elevado grado de humedad en el suelo y cierta facilidad para llevar a cabo captaciones de pequeños caudales en la mayor parte de la región estudiada.

7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS:

7.1. INTRODUCCIÓN:

Las características geotécnicas de nuestra zona de estudio vienen representadas en la *Hoja Número 08,* del *"Mapa geotécnico de España"* (escala 1/200.000), publicado por el *Instituto Geológico y Minero de España*.

Dicha hoja está dividida en dos regiones I y II, en función de sus condiciones constructivas, problemas de cimentación y estabilidad de los suelos.

La región I está situada al noroeste de la Hoja, aproximadamente definida por los límites provinciales de La Coruña. En su clima templado y húmedo, se hace sentir la influencia oceánica. Su morfología corresponde al tipo de penillanura y en su litología predominan los esquistos, granitos, granodioritas, rocas básicas y gneises.

La región II está situada al sur y este de la Hoja, aproximadamente definida por los límites provinciales de La Coruña, comprendiendo en este caso superficies de las provincias de Pontevedra y Lugo. La influencia oceánica se hace menos patente en su clima, algo más frío y seco que el de la región I. Su morfología es variable, pudiéndose describir como montañosa, con una gran depresión central que presenta llanuras bien desarrolladas. La variación litológica también es superior a la de la región I, compuesta principalmente por cuarcitas, granodioritas, gneises y rocas básicas.

Dichas regiones a su vez se subdividen en 5 áreas más:

- **Área I_1:** Está diseminada en machas de pequeño tamaño por toda la región I. Su sustrato está constituido por granitos, granodioritas y gneises. Su morfología resulta poco acusada, con pendientes inferiores al siete por ciento. Tiene un drenaje deficiente y una capacidad de carga alta, sin presentar un peligro de asientos de magnitud elevada.
- **Área I_2:** Constituida por pequeñas superficies graníticas y sustrato gnéisico, presenta una morfología alomada, con pendientes comprendidas entre el siete y el quince por ciento. El drenaje es aceptable y la capacidad de carga alta, presentando asientos de magnitud considerable.

- **Área I_3:** Incluye sedimentos terciarios y cuaternarios. El drenaje es deficiente, baja capacidad de carga y peligro de asientos importantes. Resulta un área con muy malas características geotécnicas, agravadas por que el contenido de materia orgánica y turba pueden hacerle totalmente inadmisible como soporte de estructuras.
- **Área I_4:** Su sustrato principal son esquistos y anfibolitas. Su morfología presenta pequeñas pendientes generales. Su drenaje oscila entre favorable y aceptable, presentando alta capacidad de carga en profundidad, pero su recubrimiento de roca descompuesta hace disminuir dicha capacidad de carga y presenta el peligro de aparición de asientos para cargas superficiales.
- **Área I_5:** Con características muy similares a la anterior, se diferencia de ella en que su sustrato está fundamentalmente constituido por esquistos y que su morfología, más llana, comunica al Área peores condiciones de drenaje.

- **Área II_1:** Se encuentra distribuida por toda la región II en manchas de extensión considerable. Presenta una morfología llana, con pendientes generales inferiores al siete por ciento. El drenaje es deficiente y puede verse mejorado por la existencia local de mayores pendientes o zona de alteración de gran potencia. Su capacidad de carga es alta y los asientos que pueden producirse se manifestarían a corto plazo.
- **Área II_2:** Semejante a la anterior aunque de menor extensión y más diseminada, diferenciándose de aquella en que su morfología de carácter montañoso presenta pendientes generales entre el siete y el treinta por ciento, mejorando sus condiciones de drenaje.
- **Área II_3:** Constituida por sedimentos terciarios y cuaternarios de tipo arcilloso, presenta una morfología muy llana. Su drenaje deficiente, baja capacidad de carga y el peligro de asientos diferidos importantes hace que esta Área presente propiedades geotécnicas desfavorables, que pudieran llegar a ser inadmisibles en zonas donde se observara contenido de materia orgánica o turba.
- **Área II_4:** Sustrato fundamental de filitas y pizarras. Su morfología es montañosa, con pendientes generales superiores al quince por ciento, pudiendo llegar a más del treinta por ciento en algunas zonas próximas al límite oriental de la Hoja. Su drenaje es favorable, su capacidad de carga es alta y no presenta peligro de asientos.
- **Área II_5:** Muy semejante a la anterior, no presenta arcosas en su sustrato. Su morfología resulta más llana, con grandes zonas en que las pendientes generales no alcanzan el siete por ciento, lo que determina peores condiciones de drenaje, que llegan a ser deficientes.

7.2. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS:

Desde el punto de vista hidrogeológico, el conjunto del sustrato es fundamentalmente impermeable, de modo que la posibilidad de existencia de agua subterránea es muy escasa y siempre asociada a accidentes de tipo local como fracturas, buzamiento vertical de los planos de tectonización, etc. En las rocas de tipo granítico, el carácter arenoso de los productos de alteración hace posible la existencia de pequeños acuíferos aislados en zonas fracturadas o cubetas rellenas de estos productos de alteración, sin embargo, en las pizarras, esquistos y demás rocas contenidas en la litología de la Hoja el hecho de que sus productos de alteración sean de tipo arcilloso hace más problemática esta posibilidad.

En definitiva, el carácter impermeable del conjunto determina que la lluvia útil vierta prácticamente en su totalidad en la red de drenaje, bien por escorrentía superficial o mediante una circulación semisubterránea (a pequeña profundidad), que muy adaptada a la topografía se exterioriza mediante manantiales que con diversa importancia pueden observarse en gran número.

Por lo anterior, la clasificación de los materiales en semipermeables e impermeables resulta convencional y pretende expresar una gradación de su impermeabilidad.

Finalmente, y como ya se ha mencionado anteriormente, el drenaje superficial está constituido por una red muy densa de cursos de agua permanentes de diversas categorías, que muy adaptados a la orografía y a la tectónica mantienen su caudal sin apenas variación estacional.

7.3. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS TERRENOS:

El trazado del ferrocarril objeto de este anteproyecto se localiza en la región II, concretamente en las áreas **II_1, II_3** y **II_5,** abarcando ésta última prácticamente toda la totalidad de este proyecto:

- **Área II_1:** Con sustrato de tipo granítico, presenta capacidad de carga alta, sin que sean de temer asientos absolutos importantes. La potencia de recubrimiento varía de unas zonas a otras dentro del Área, coincidiendo los mayores espesores con el sustrato de granodioritas y los menores con los granitos, gneises y metagrauwacas. En este sentido, los mayores recubrimientos de tipo arenoso pueden producir asientos medios a corto plazo y asientos diferenciales.
- **Área II_3:** Compuesta por depósitos arcillosos o arcillosos con gravas, tiene baja capacidad de carga y la posibilidad de asientos diferidos importantes. Las condiciones de sedimentación hacen temer el peligro de contenidos de materia orgánica y turba que agravarían sus malas condiciones geotécnicas. Asimismo, resulta importante que en algunos de sus puntos se haya comprobado la existencia de sulfatos que obligarían a la utilización de cementos PAS en los hormigones de cimentación.
- **Área II_5:** Constituida por un sustrato fundamentalmente compuesto de filitas y pizarras con pequeño recubrimiento, su capacidad de carga es alta y no presenta el peligro de asientos. Sin embargo, el fraccionamiento de la roca en paquetes paralelos a las direcciones de tectonización la hace inestable.

7.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:

Para conocer mejor las características del terreno en donde se sitúa la obra, se han tomado una serie de muestras y se han realizado ensayos que nos permiten definir los parámetros del suelo necesarios para el cálculo de la plataforma sobre la que se sustentará la superestructura de la nueva línea.

Para ello, se han ubicado una serie de puntos de reconocimiento que tratan de conseguir una caracterización fiel de la zona.

7.4.1. SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN:

Son perforaciones de diámetros y profundidades variables que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes unidades geotécnicas del terreno, así como extraer muestras del mismo y, en su caso realizar ensayos a diferentes profundidades.

Dentro de las múltiples funciones que nos ofrece el sondeo nos centraremos en las que nos son útiles para la construcción de la plataforma, estas son:

- Realizar pruebas de deformabilidad o resistencia de tipo presiométrico, molinete, penetración estándar, etc.
- Tomar muestras de acuíferos profundos o realizar ensayos de permeabilidad in situ.
- Detectar y controlar las variaciones del nivel freático, para lo cual se instalarán tubos piezométricos en un número de sondeos suficiente, como mínimo un 30% para que dicho control sea fiable.

Los métodos más habituales para la ejecución de sondeos mecánicos son el de rotación con extracción de testigo continuo, percusión y mediante barrena helicoidal (hueca o maciza).

Con objeto de caracterizar los materiales existentes en la zona de estudio, y acotar el espesor de las distintas formaciones, se han perforado un total de cuatro sondeos mecánicos a rotación a lo largo de la traza.

En el interior de los sondeos se han extraído muestras inalteradas (MI) por hinca a percusión de un tomamuestras de pared gruesa, de 86 mm de diámetro exterior, con una maza de 63,5 kg cayendo desde una altura de 75 cm, diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de PVC que, cerrado herméticamente, mantenga inalterada durante un largo tiempo las propiedades del terreno ensayado.

Tras la terminación de cada sondeo se ha instalado tubería de PVC ranurada para efectuar lecturas piezométricas y controlar la evolución de los niveles de agua en el subsuelo.

7.4.2. CALICATAS MECÁNICAS:

Son excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y, eventualmente, la realización de ensayos in situ. Este tipo de reconocimiento podrá emplearse con:

- Profundidad de reconocimiento moderada (< 4m).
- Terrenos excavables con pala mecánica o manualmente.
- Ausencia de nivel freático, en la profundidad reconocida o cuando existan aportaciones de: Aguas moderadas en terrenos de baja permeabilidad, terrenos preferentemente cohesivos o terrenos granulares en los que las perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

El reconocimiento del terreno mediante calicatas es adecuado cuando se puede alcanzar en todos los puntos el estrato firme o resistente con garantía suficiente y no sea necesario realizar pruebas in situ asociadas a sondeos (como ensayos de penetración estándar).

Se excluirá este método cuando pueda deteriorarse el terreno de apoyo de la futura plataforma o se creen problemas de inestabilidad para estructuras próximas.

El fin de realizar calicatas mecánicas radica en poder definir el espesor y características geotécnicas de los suelos de alteración, reconocer la cota de aparición del sustrato rocoso y precisar la posición de los niveles de agua.

De realizarse ensayos de este tipo, en la excavación de cada una de las zanjas se procedería a la toma de muestras en bolsa y saco para su posterior ensayo en laboratorio.

7.4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁTICA (SPT):

El ensayo de penetración estándar consiste en el hincado de una varilla o barra en el terreno ensayado por golpeo de la misma con un peso.

Mediremos el número de golpes necesarios para hincar la varilla una determinada profundidad. Si para ello se requiere un número de golpes por encima de un límite prefijado se ha producido rechazo.

Con ello podemos determinar la compacidad del terreno que atravesamos. Es un ensayo discontinuo porque obtenemos información del entorno del punto que atravesamos.

Estos ensayos han sido realizados con un penetrómetro dinámico Standard, dando lugar a lo que se conoce como ensayo SPT (Standard Penetration Test). El penetrómetro consta de una maza de 63,5 kg con una caída libre desde una altura de 76 cm. El varillaje se introduce por medio de una puntaza cónica perdida de diámetro 5.1 cm, ángulo 60º y área 20 cm^2, midiéndose el número de golpes N30 necesarios para hincar 30 cm la puntaza en el terreno.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo SPT han sido objeto de numerosos estudios encaminados a correlacionar el número de golpes obtenido en dicho ensayo con parámetros geotécnicos de gran importancia, de forma que disponer de ellos facilita mucho la estimación de estos parámetros, así como la comprensión de los valores obtenidos y la comparación con otros suelos.

Si se considerase necesario se deberían practicar ensayos específicos para el suelo en estudio que ofreciesen valores más fiables de los parámetros necesarios.

En cada uno de los sondeos se han realizado ensayos SPT a distintas profundidades. Al aprovechar las localizaciones de los sondeos para realizar dichos ensayos, todas las zonas quedan geotécnicamente definidas.

El primer nivel está formado por un horizonte formado por filitas y pizarras con pequeño recubrimiento. Posteriormente sigue una capa de gravas y bolos de compacidad media-densa. Finalmente se produce rechazo en el ensayo SPT que indica la presencia del macizo rocoso.

7.4.4. ENSAYOS DE LABORATORIO:

Las muestras de terreno obtenidas en la campaña de campo, se trasladan al laboratorio para elaborar la caracterización de los materiales pertenecientes a las distintas litologías presentes a lo largo de la traza. El conjunto de ensayos realizados en muestras de suelo se puede agrupar en:

- Ensayos de identificación y estado: Análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, densidad seca y aparente, humedad natural.
- Ensayos de resistencia y deformabilidad: Compresión simple, corte directo, ensayo triaxial, ensayo edométrico.
- Ensayos químicos: Contenido en carbonatos, sulfatos, sales solubles y materia orgánica. Acidez Baumann-Gully. Agresividad del agua para cimentaciones (según EHE).
- Ensayos de compactación: Proctor Modificado, CBR.
- Otros: Hinchamiento libre en edómetro, índice de colapso

7.4.5. SONDEOS:

Se ha estimado conveniente practicar seis sondeos de penetración dentro del área de estudio. También se extraerán testigos a fin de conocer las características geológicas y geotécnicas de los materiales ahí presentes.

Se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO 01

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,20	8,00
Capa de filitas	0,20	1,80	20,00
Capa de pizarras	2,00	2,00	Rechazo
Roca sana	4,00	Indefinido	

SONDEO 02

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,25	7,00
Capa de filitas	0,25	1,15	17,00
Capa de pizarras	1,40	2,30	Rechazo
Roca sana	3,7	Indefinido	

SONDEO 03

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,30	6,00
Capa de filitas	0,30	1,25	15,00
Capa de pizarras	1,55	2,35	Rechazo
Roca sana	3,90	Indefinido	

SONDEO 04

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,45	6,00
Capa de filitas	0,45	2,00	12,00
Capa de pizarras	2,45	2,20	Rechazo
Roca sana	4,65	Indefinido	

SONDEO 05

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,20	10,00
Capa de filitas	0,20	1,20	20,00
Capa de pizarras	1,40	1,80	Rechazo
Roca sana	3,20	Indefinido	

SONDEO 06

Descripción del terreno	Profundidad (m)	Espesor del estrato	Golpes 30 mm
Cobertura vegetal	0,00	0,30	6,00
Capa de filitas	0,30	1,10	16,00
Capa de pizarras	1,40	2,20	Rechazo
Roca sana	3,60	Indefinido	

7.4.6. RESULTADOS:

Se han determinado las características más importantes del terreno partiendo de los ensayos descritos, puesto que estas serán necesarias para la determinación de los ángulos de desmontes / terraplenes y la definición de la categoría de la explanada sobre la que se sustentará el resto de la superestructura.

FILITAS Y PIZARRAS	
N medio (SPT)	24
% que pasa por tamiz 0,080 UNE	3,00
Límites de Atterberg	No presenta
% Materia orgánica	7,00
γ (t / m^3)	2,00
γ_{sat} (t / m^3)	2,20
Compacidad	Densa
Índice de poros	0,20
Cohesión (Kpa)	20
Ángulo rozamiento Interno	38º
Permeabilidad (cm / m^2)	0,02
Módulo de deformación (MN / m^2)	100

SUSTRATO ROCOSO	
% RQD medio	90,00
γ (t / m^3)	2,80
Módulo de deformación	5.000
Resistencia a compresión (MN / m^2)	80,00

En conclusión, la traza se asentará sobre un sustrato compuesto por una primera capa de arena fina y media, de naturaleza predominante cuarcítica, y con cierto contenido de materia orgánica, que deja paso a un intervalo de gravas formadas por filitas y pizarras cuya potencia media oscila en torno a los 3-4 metros, tras la que se encuentra el sustrato de roca sana.

7.5. DESMONTES Y TERRAPLENES:

Para el diseño del tipo de desmontes y terraplenes que ocuparán el futuro trazado de la línea de Alta Velocidad se han tenido en cuenta todas las características geológicas y geotécnicas anteriormente estudiadas.

Se dispondrán taludes en desmonte con inclinaciones constantes 1H:1V debido a la estabilidad de los sustratos presentes a lo largo del trazado de la línea a excepción del primer kilómetro y medio, el cual debido a estar incluido en el interior de la ciudad y la proximidad de las viviendas e infraestructura colindante, obliga al diseño de taludes más inclinados tipo trinchera. De ser necesario, se recurre a soluciones tipo túnel con alturas superiores a los treinta metros sobre el eje.

El talud de terraplén presenta inclinaciones constantes de 3H:2V, variando la pendiente a 2H:1V en terraplenes de altura superior a quince metros. Se diseñan bermas con anchos de cuatro metros en bancadas de en torno a diez metros de altura en terraplenes más altos. Si la pendiente del terreno tiene inclinaciones superiores a 3H:1V, es necesario disponer un escalonado en la base del terraplén finalizado en un tacón de escollera para prevenir deslizamientos.

Como referencia, se disponen terraplenes hasta una altura máxima sobre el eje de veinticinco metros, proyectándose viaductos para alturas mayores, con una altura máxima de estribo comprendida entre los diez y los catorce metros, formados por vanos equidistantes de treinta metros, a excepción del vano central de mayor longitud, para salvar el cauce fluvial y la vegetación de ribera.

7.6. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA:

La clasificación de la explanada precisa de la estimación de la calidad del suelo que la forma y de la capacidad portante de la misma en su conjunto, atendiendo a todos los criterios geológicos y geotécnicos anteriormente descritos. Se distinguen así cuatro categorías atendiendo a dichos aspectos:

- QS0: Suelos inadecuados para realizar las capas subyacentes a la de forma.
- QS1: Suelos malos, aceptables cuando se dispone de un buen drenaje.
- QS2: Suelos medios.

- QS3: Suelos buenos.

De ensayos realizados en la zona de actuación se ha podido determinar que trabajamos con un suelo soporte QS2, pudiendo llegar a QS3 con buenas condiciones hidrogeológicas. Aun así, consideraremos el suelo en todo el ámbito de actuación como QS2 por motivos de simplificación y quedándonos del lado de la seguridad.

En el *Anejo número 6: Plataforma y superestructura*, se realiza un estudio definido de la plataforma seleccionada.

APÉNDICE 01: *Mapa Geológico de España*

HOJA 98 *Escala 1/50.000*

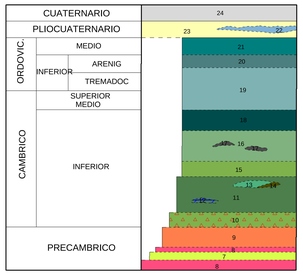
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Instituto Geológico y Minero de España

BARALLA	98
	08-07

LEYENDA



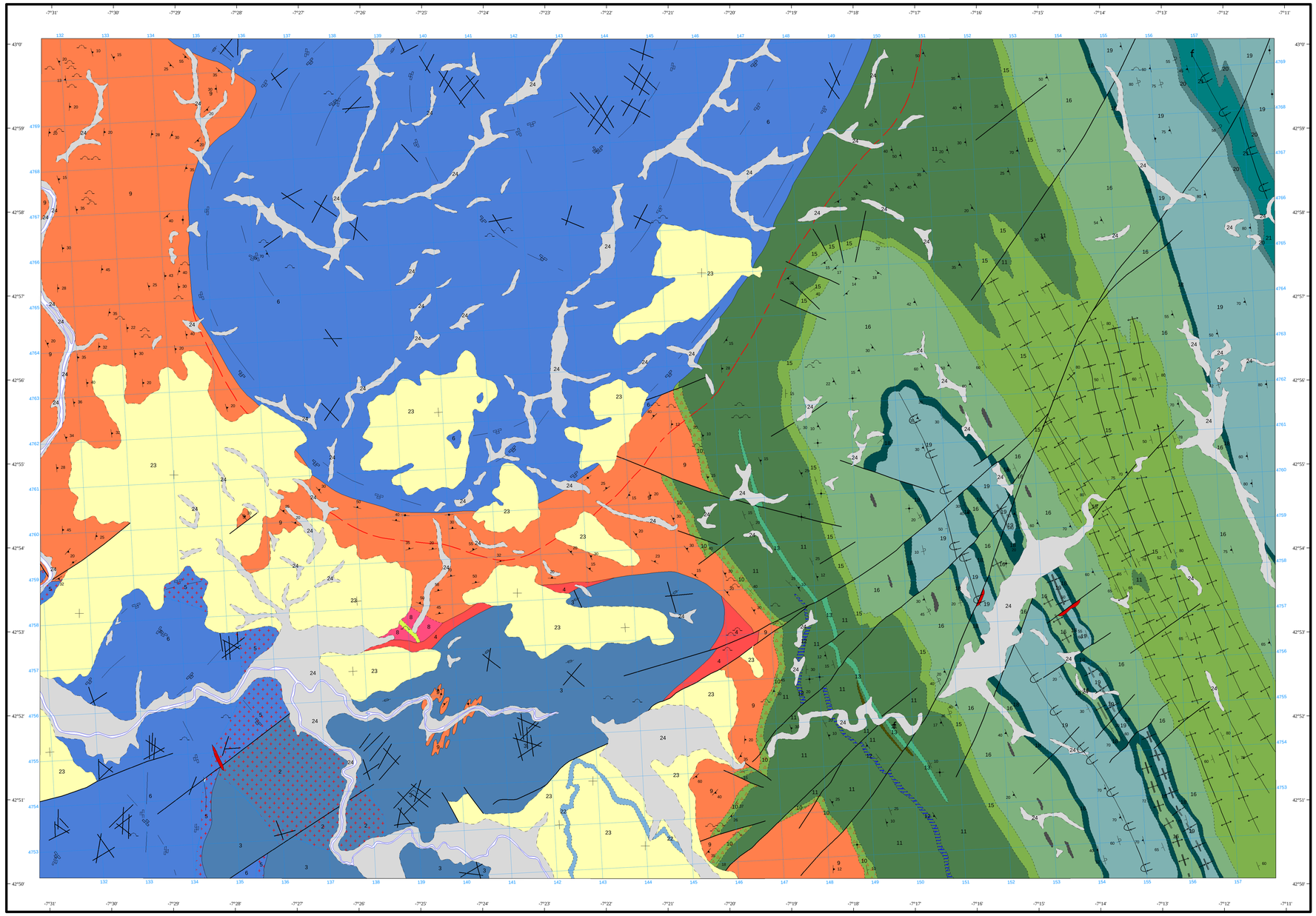
24 Depósitos eluvio-aluviales
23 Rañas rojizas y depósitos continentales recientes
22 Marga caliza
21 Filitas pelíticas algo carbonosas
20 Cuarcitas con cruzianas
19 Alternancia tipo flych de areniscas y cuarcitas con esquistos a veces carbonosos
18 Dolomía con nódulos de sílex "Caliza de Vegadeo"
17 Lentejones dolomíticos
16 Esquistos piritosos con tramos carbonosos
15 Cuarcitas en bancos con intercalaciones esquistosas "Serie Candana superior"
14 Banco de cuarcita
13 Banco dolomítico con "Arqueociátido"
12 Banco dolomítico
11 Esquistos con intercalaciones areniscosas y cuarcíticas "Serie de Candana media"
10 Cuarcitas en bancos alternando esquistos "Serie de Candana inferior"
9 Esquistos pelíticos con granates que intercalan neises anfibolíticos "Serie de Villalba"
8 Esquistos micacíticos con estaurilitas y granate "Serie de Alba"
7 Cuarcitas alternantes con esquistos mosco-biotíticos
6 Granodiorita tardía con megacristales
5 Granodiorita tardía, facies de borde
4 Granito de dos micas
3 Granodiorita precoz con megacristales
2 Granodiorita precoz, facies marginal de Monte Albaredo
1 Filón de cuarzo

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

ROCAS FILONIANAS POSTECTONICAS

SIMBOLOS CONVENCIONALES

Contacto concordante	Contacto discordante
Contacto mecánico	Contacto difuso entre rocas ígneas
Falla conocida	Falla supuesta
Diaclasa	Diaclasa supuesta
Anticlinal	Anticlinal supuesto
Anticlinal con sentido de inmersión	Anticlinal de fase 2
Anticlinal de fase 2 supuesto	Sinclinal
Sinclinal tumbado	Sinclinal tumbado supuesto
Sinclinal de fase 2	Sinclinal de fase 2 supuesto
Estratificación subhorizontal	Estratificación subvertical
Estratificación invertida	Estratificación
Primera esquistosidad subhorizontal	Primera esquistosidad subvertical
Primera esquistosidad	Orientación de minerales micaceos
Orientación de megacristales de feldespatos	f Fósiles (en general)
Cantera activa	Zona afectada por metamorfismo



Área de Sistemas de Información Geocientífica

Escala 1:50.000

1.000 m. 0 1 2 3 4 5 Km.

Proyección y Cuadrícula UTM. Elipsoide Internacional. Huso 29

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E

AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1974

Autores : O. Apalategui Isasa
G. Corretgé Castañón
R. Capdevila
P. Matte
Dirección y supervisión : A. Huerga Rodríguez (IGME)

APÉNDICE 02: *Mapa Geotécnico de España*

HOJA 08 *Escala 1/200.000*

MINISTERIO DE INDUSTRIA

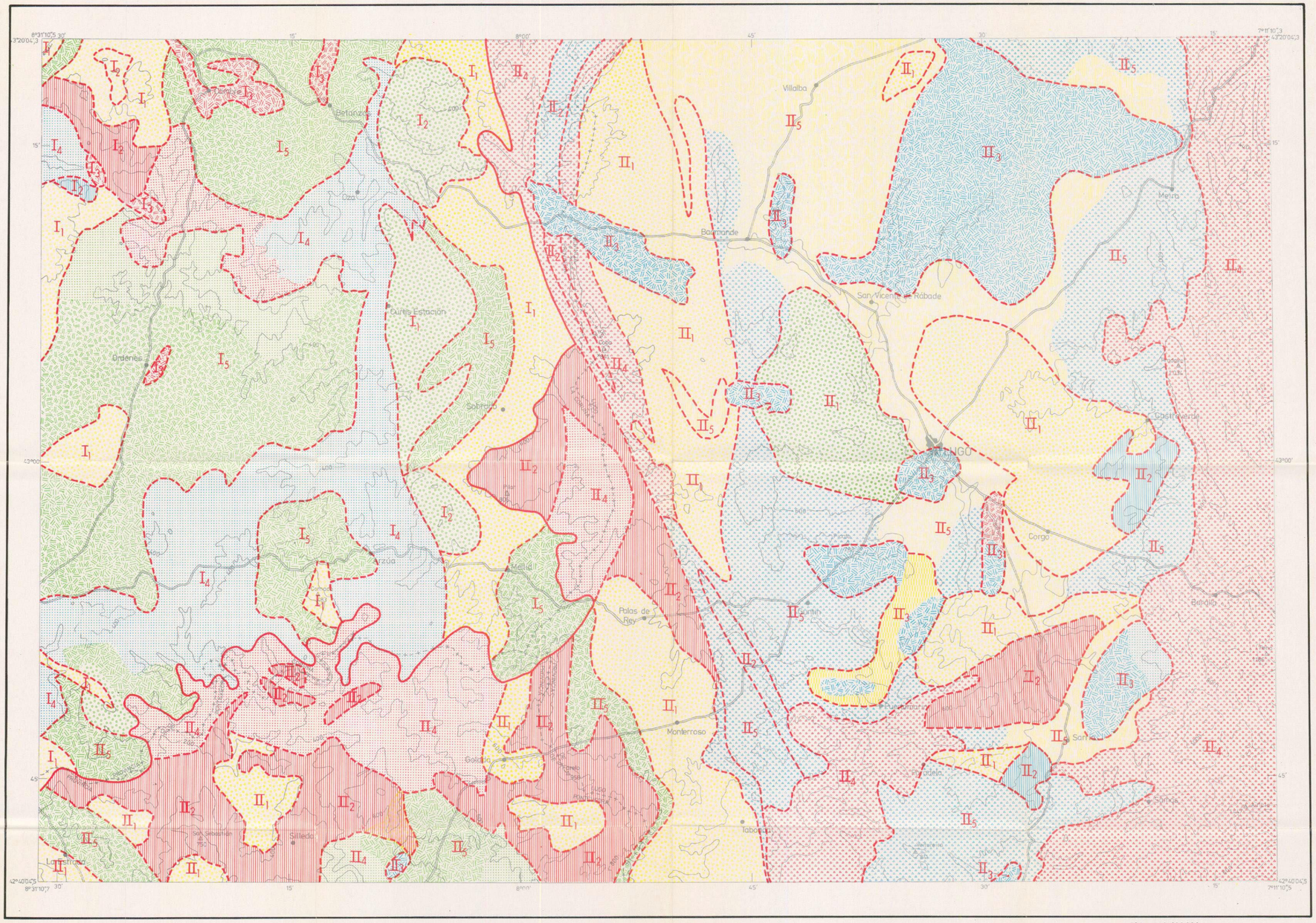
DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

LUGO	2-2
	8



TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E: 1:200.000

ESCALA 1:200.000

1.000 m. 0 5 10 15 20 25 Km.

REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I FUNDAMENTALMENTE CONSTITUIDA POR ESQUISTOS Y ALGUNOS GRANITOS, ANFIBOLITAS Y ROCAS BASICAS. PENILLANURA. INFLUENCIA OCEANICA.	I_1 GRANITOS NEISES GRANODIORITAS	Ondulada a llana, pendientes generales inferiores al 7 por ciento. Terrenos semipermeables, drenaje deficiente. Capacidad de carga alta, estable, sin peligro de asientos.
	I_2 GRANITOS NEISES	Alomada a montañosa, pendientes generales entre el 7 y el 15 por ciento. Terrenos semipermeables, drenaje aceptable. Capacidad de carga alta, sin peligro de asientos, algún peligro de caida de bloques.
	I_3 SEDIMENTOS RECIENTES	Llana: pendientes inferiores al 7 por ciento. Terrenos impermeables, drenaje deficiente. Capacidad de carga baja, peligro de asientos diferidos.
	I_4 ESQUISTOS ANFIBOLITAS	Alomada a montañosa, pendientes generales variables. Terrenos impermeables con recubrimientos impermeables, drenaje aceptable. Sustrato: capacidad de carga alta, sin peligro de asientos; recubrimiento: capacidad de carga media, asientos medios diferidos, inestable.
	I_5 ESQUISTOS, ROCAS BASICAS	Ondulada a llana, pendientes generales inferiores al 7 por ciento. Terrenos impermeables con recubrimiento impermeable, drenaje deficiente. Sustrato: capacidad de carga alta, sin peligro de asientos; recubrimiento: capacidad de carga media, asientos medios diferidos, inestable.
II LITOLOGIA MAS VARIADA. FUNDAMENTALMENTE PIZARRAS, FILITAS Y GRANODIORITAS DE MONTAÑOSA A LLANA. MENOR INFLUENCIA OCEANICA	II_1 GRANODIORITAS, GRANITOS, METAGRAUHACAS	Ondulada a llana, pendientes generales inferiores al 7 por ciento. Terrenos semipermeables con recubrimiento permeable, drenaje deficiente mejorado por percolación en algunas zonas. Sustrato: capacidad de carga alta, sin peligro de asientos; recubrimiento: capacidad de carga alta, peligro de asientos a corto plazo.
	II_2 GRANODIORITAS, GRANITOS, METAGRAUHACAS	Alomada a montañosa, pendientes generales entre el 7 y el 30 por ciento. Terrenos semipermeables con recubrimientos permeables, drenaje aceptable. Sustrato: capacidad de carga alta, sin peligro de asientos; recubrimiento poco importante en la mayor parte del Area.
	II_3 SEDIMENTOS RECIENTES	Llana, pendientes inferiores al 7 por ciento. Terrenos impermeables, drenaje deficiente. Capacidad de carga baja, peligro de asientos diferidos.
	II_4 FILITAS Y PIZARRAS CUARCITAS Y AREOSAS ROCAS BASICAS	Montañosa, las pendientes generales pueden llegar a pasar del 30 por ciento. Terrenos semipermeables, drenaje favorable. Capacidad de carga alta sin peligro de asientos, inestable.
	II_5 FILITAS Y PIZARRAS ESQUISTOS	Llana a ondulada, pendientes generales inferiores al 7 por ciento. Terrenos semipermeables y permeables, drenaje de aceptable a deficiente. Sustrato con capacidad de carga alta, sin peligro de asientos, inestable.

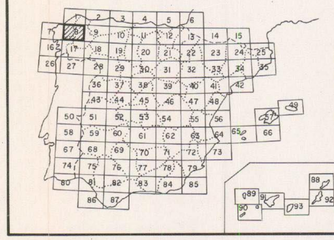
CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy Favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos(p.d.)	De Capacidad de carga	
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Litológicos Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)		De Asientos	
Aceptables	Hidrológicos		Litológicos Hidrológicos y Geotécnicos(p.d)		Geotecnicos Varios	
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geomorfológicos Hidrológicos y Geotecnicos(p.d.)			
Muy Desfavorables						

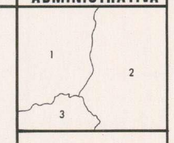
LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo Geomorfológicos e Hidrológicos.	Problemas de tipo geomorfológicos e hidrológicos	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos
Problemas de tipo Litológicos e Hidrológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo Geomorfológicos.	Problemas de tipo geomorfológicos
		Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	Problemas de tipo litológicos y geomorfológicos

MAPA DE SITUACION



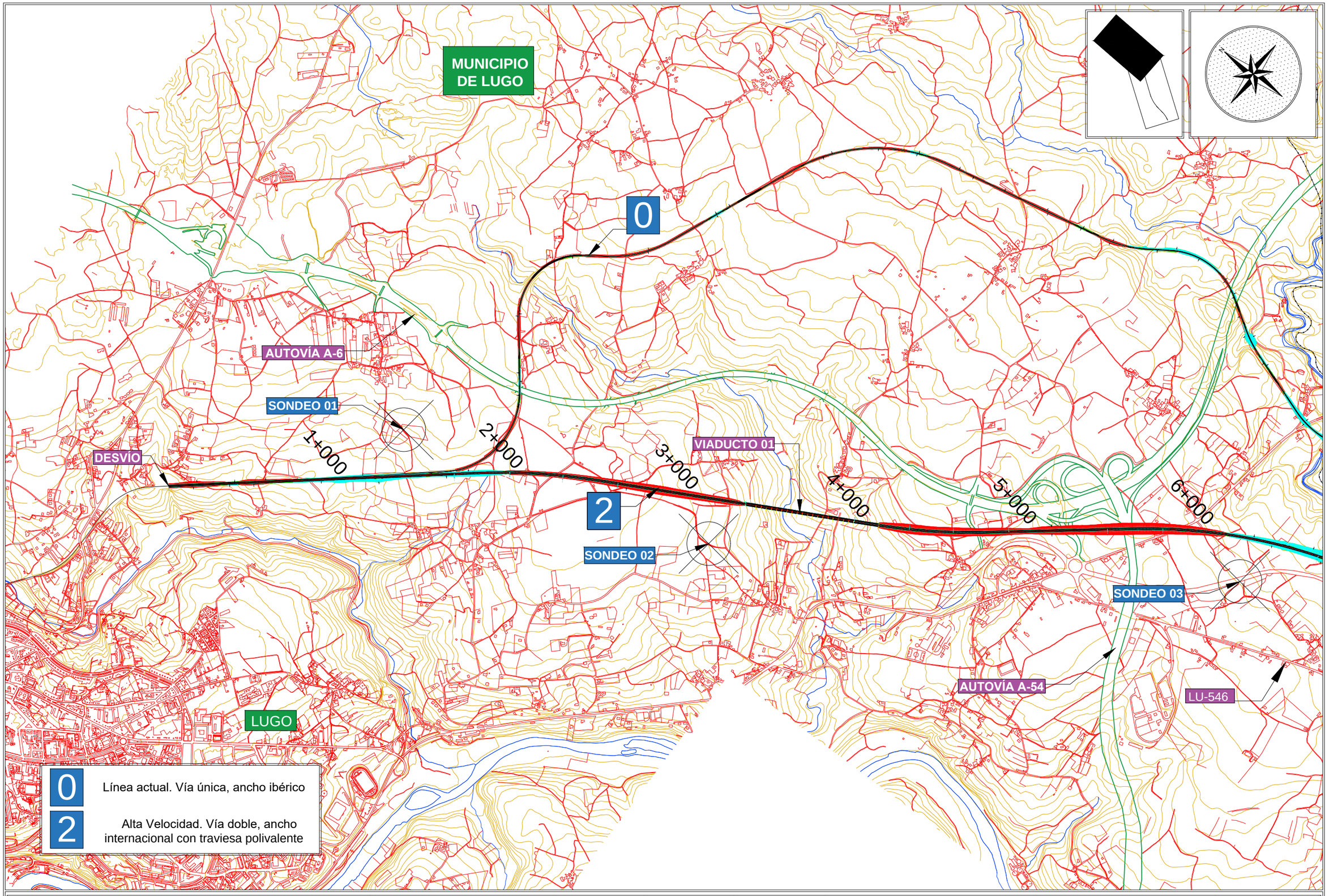
DIVISION ADMINISTRATIVA



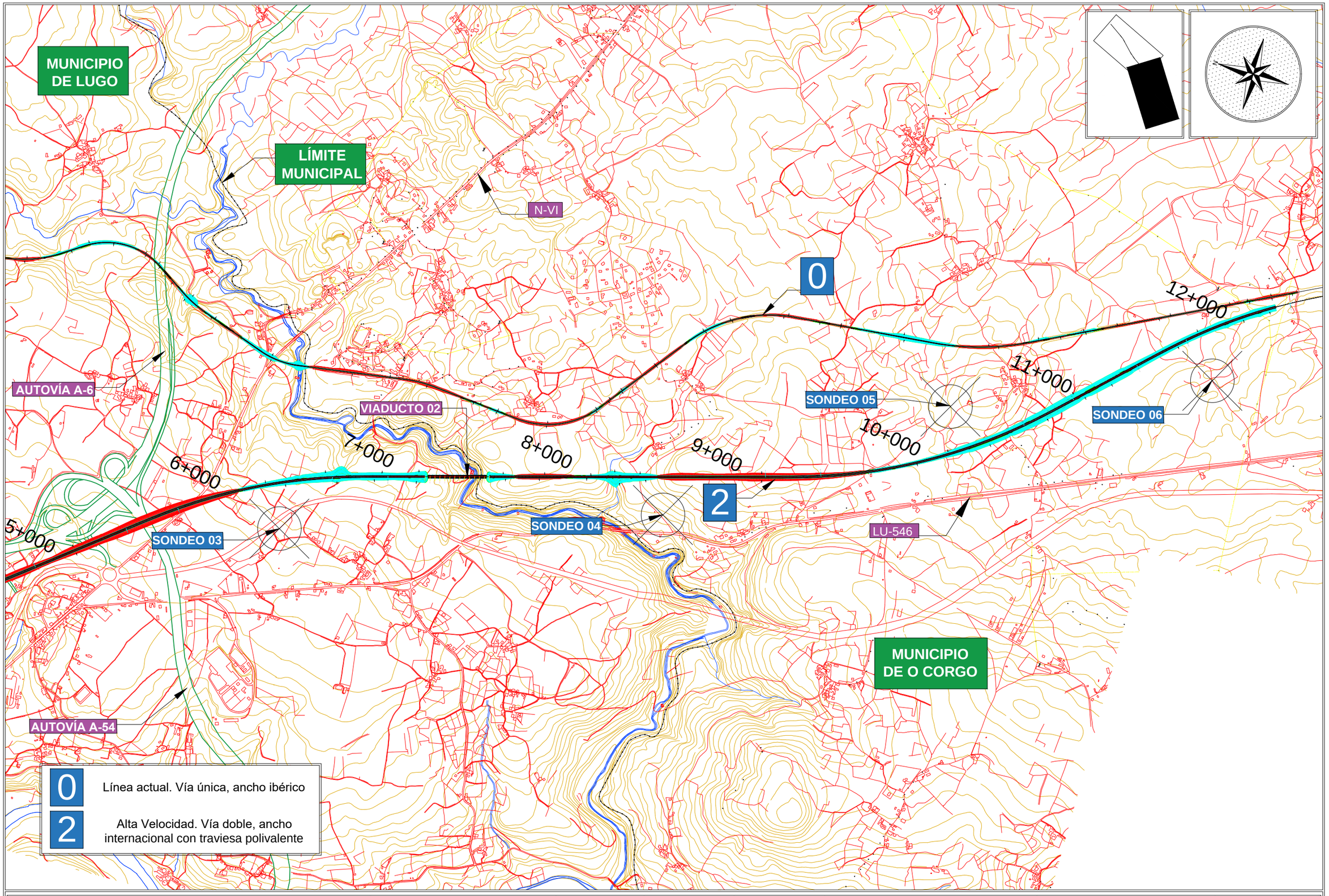
1.- La Coruña
2.- Lugo
3.- Pontevedra

APÉNDICE 03: *Mapa de sondeos*

Escala 1/20.000



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: MAPA DE SONDEOS LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 01 Hoja: 1 de 2



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: MAPA DE SONDEOS LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 01 Hoja: 2 de 2

ANEJO Nº04: IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 04: IMPACTO AMBIENTAL

1. Introducción 01

2. Análisis ambiental del territorio 02

2.1. Análisis del medio físico 02
2.2. Análisis del paisaje 03
2.3. Análisis socioeconómico 03
2.4. Flora 03
2.5. Fauna 04

3. Evaluación de los impactos 05

3.1. Fase de construcción 05
3.2. Fase de explotación 06

4. Medidas protectoras y correctoras 06

4.1. Medidas protectoras 06
4.2. Medidas correctores 06

5. Plan de conservación 07

6. Programa de vigilancia ambiental 07

Apéndice 01: *Listado de especies animales* 08

Apéndice 02: *Listado de especies vegetale* 10

1. INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este anejo es realizar una Evaluación Ambiental simplificada de las previsibles incidencias en el entorno que entrañará la ejecución de las obras del anteproyecto, evitando así las posibles alteraciones ocasionadas al medio ambiente.

Aunque en muchos casos sea imposible, o al menos económicamente inviable evitar por completo los impactos, el objetivo es minimizarlos en la medida de lo posible. Para ello se valoran los impactos sobre el medio ambiente de los distintos procesos de construcción del anteproyecto. De este modo, se puede determinar si el Impacto Ambiental supone la pérdida total o parcial de recursos o este aumenta la vulnerabilidad del ambiente, lo cual lo convierte en más sensible frente a otras alteraciones.

Para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental en este tipo de proyectos, la normativa aplicable es numerosa:

- ***Legislación Europea:***

1. ***Directiva 2011/92/UE*** del Parlamento y del Consejo, de 13 de Diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
2. ***Directiva 2001/42/CEE***, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de Junio de 2001, relativa a la Evaluación Ambiental de los efectos de determinados planes y programas sobre el medio ambiente.
3. ***Directiva 97/11/CEE*** del Consejo, de 3 de Marzo de 1997, por la que se modifica la ***Directiva 85/337/CEE***.
4. ***Directiva 85/337/CEE*** del Consejo, de 27 de Junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

- ***Legislación Estatal:***

1. ***Ley 21/2013***, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental.
2. ***Ley 6/2010***, de 24 de Marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de Enero.

- ***Legislación Autonómica:***

La Comunidad Autónoma Gallega tiene facultades para establecer medidas adicionales de protección en desarrollo de la normativa básica del Estado, tal y como queda recogido en el Estatuto de Autonomía, artículo 27, donde se reconoce la competencia exclusiva para aprobar las normas adicionales sobre protección del medio ambiente y del paisaje.

1. ***Decreto 442/1990*** de 13 Septiembre de Evaluación de Impacto Ambiental para Galicia
2. ***Decreto 327/1991*** de 4 de Octubre, de evaluación de los efectos ambientales para Galicia. Relativo a obras menores afectadas por la legislación sectorial y por el anexo II de la ***Directiva 85/337/CEE***.
3. ***Ley 1/95*** de Protección Ambiental de Galicia.

Este proyecto se clasifica según la Ley 21/2013 en el Anexo II, Grupo 7, perteneciente a *"Proyectos de Infraestructuras"* y *apartado c)*: *"Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales de mercancías (proyectos no incluidos en el Anexo I)".*

Los proyectos pertenecientes al Anexo II deben de estar sometidos a una Evaluación Ambiental simplificada. Por ser este un anteproyecto, no entra dentro de los objetivos fundamentales una Evaluación del Impacto Ambiental de forma exhaustiva, de modo que se realizará una valoración muy simplificada con el fin de determinar el alcance del Impacto Ambiental que podría generar la construcción de este anteproyecto.

2. ANÁLISIS AMBIENTAL DEL TERRITORIO:

2.1. ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO:

El tramo objeto de estudio se sitúa en la provincia de Lugo, afectando concretamente a los municipios de Lugo y O Corgo.

- ***Climatología y meteorología:***

El clima de Lugo es un clima oceánico, con influencias de climas mediterráneos (por el mínimo de precipitaciones que se da en verano, aunque no suficientemente pronunciado) y con un cierto matiz continental. La temperatura media anual es de 12 °C y las precipitaciones son abundantes (más de 1000 mm al año). Debido a su alejamiento del Atlántico, este nivel de precipitación puede ser considerado bajo en comparación con comarcas como las de las Rías Bajas o Santiago. La temperatura más elevada registrada en su historia (41,2 °C) se dio en Julio de 1990, y la temperatura más baja fue de -10,0 °C en Diciembre de 2005.

A continuación se muestran las variables climatológicas y meteorológicas más relevantes recopiladas por la *Agencia Estatal de Meteorología* a través de una estación situada en el Aeródromo de Lugo.

Los primeros datos corresponden a series de valores normales recogidos en un periodo comprendido entre 1985 y 2010:

Valores climatológicos normales. Lugo Aeropuerto

Periodo: 1985-2010 - **Altitud (m)**: 445
Latitud: 43° 6' 41" N - **Longitud**: 7° 27' 27" O - **Posición** Ver localización

Exportar a csv

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	6.2	10.6	1.8	114	83	14.0	1.7	0.2	6.8	11.5	-	-
Febrero	7.0	12.3	1.7	87	79	11.1	1.7	0.2	6.7	10.7	-	-
Marzo	9.2	15.2	3.0	80	74	11.2	0.8	0.5	6.4	6.3	-	146
Abril	10.0	15.7	4.3	102	75	14.0	0.7	1.4	5.8	2.8	-	-
Mayo	13.2	19.3	7.2	81	73	11.6	0.0	3.4	7.0	0.4	-	191
Junio	16.1	22.3	9.9	52	73	6.6	0.0	1.9	7.9	0.0	-	211
Julio	18.2	24.4	12.0	34	73	4.6	0.0	1.4	7.8	0.0	-	231
Agosto	18.5	25.2	11.8	36	72	5.2	0.0	1.8	10.2	0.0	-	240
Septiembre	16.4	23.0	9.8	68	75	7.7	0.0	1.2	11.5	0.0	-	179
Octubre	12.9	18.3	7.6	137	81	13.6	0.0	0.7	8.2	0.7	-	135
Noviembre	8.9	13.3	4.5	144	85	14.3	0.3	0.6	8.1	5.1	-	86
Diciembre	6.9	11.0	2.7	134	85	13.8	1.0	0.4	6.7	10.2	-	85
Año	12.0	17.6	6.3	1052	77	126.3	6.0	13.8	94.0	49.6	-	-

Leyenda

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

La siguiente serie de datos se corresponde a valores extremos de la zona de estudio:

Lugo Aeropuerto

Latitud: 43° 6' 41" N - **Longitud:** 7° 27' 27" O
Altitud: 445 m - **Posición:** Ver localización
Intervalos de validez por variables:
Precipitación: 1951-2016 **Temperatura:** 1985-2016 **Viento:** 1986-2016

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	29 (ene 2001)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	7 (dic 2009)
Máx. núm. de días de tormenta en el...	12 (may 1989)
Prec. máx. en un día (l/m2)	73.8 (09 jun 2010)
Prec. mensual más alta (l/m2)	353.2 (dic 2000)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.0 (mar 1997)
Racha máx. viento: velocidad y direcc...	Vel 122, Dir 180 (15 oct 1987 14:20)
Tem. máx. absoluta (°C)	41.2 (20 jul 1990)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	29.5 (jul 1990)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-2.8 (ene 1992)
Tem. media más alta (°C)	21.5 (ago 2003)
Tem. media más baja (°C)	3.6 (ene 1992)
Tem. mín. absoluta (°C)	-10.0 (23 dic 2005)

Valores extremos absolutos son el máximo o el mínimo absolutos de los datos de la serie de la variable climatológica del observatorio respectivo considerados desde el año 1920. Son calculados por mes o por año para un conjunto de observatorios previamente seleccionados.

- ***Geomorfología y geología:***

Las características morfológicas de nuestra zona de estudio pertenecen al tipo fundamental de una penillanura moderna, aproximadamente comprendida entre las curvas de nivel de doscientos a quinientos metros, por encima de las cuales aparecen

relieves residuales, como los sistemas montañosos y Oriental y Central, pertenecientes a otra penillanura antigua.

Las principales unidades geomorfológicas de la zona son las siguientes:

a) El sistema montañoso Oriental. Contiene las mayores alturas de la zona.
b) La depresión central, que desde la zona de Villalba baja hacia el sur jalonando el río Miño.
c) El sistema montañoso central, cuya línea de cumbres constituye el límite Occidental de la provincia de Lugo.
d) Las montañas y plataformas occidentales.

- ***Hidrología superficial y subterránea:***

El conjunto del sustrato es fundamentalmente impermeable, de modo que la posibilidad de existencia de agua subterránea es muy escasa, y siempre asociada a accidentes de tipo local como fracturas o buzamientos. Debido a este carácter impermeable del conjunto, la lluvia útil vierte prácticamente en su totalidad en la red de drenaje, por escorrentía superficial o mediante una circulación semisubterránea a pequeña profundidad.

2.2. ANÁLISIS DEL PAISAJE:

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio por lo que es un punto muy importante a tener en cuenta en un Estudio de Impacto Ambiental.

Como todo sistema, el paisaje debe considerarse como tal en un análisis paisajístico, integrando todos sus elementos: Fauna, flora, suelo, actividades humanas, historia, etc. pero también las relaciones entre todos ellos.

Esta parte del análisis tiene por objeto reconstituir los vínculos existentes entre los elementos del paisaje, con el fin de proponer un diagnóstico del estado actual, y de proponer un pronóstico del estado futuro, basado en las relaciones que se ha conseguido definir y el conocimiento de la historia del lugar. La síntesis del análisis paisajístico es sobre todo el ámbito de acción de la ecología del paisaje.

La zona de estudio se encuentra situada en la denominada, desde el punto de vista agrario, *Comarca Central*, formando parte de la cuenca del río Miño.

El aspecto general es el de un valle amplio y abierto con pendientes y relieves moderados. Las actividades principales de la población son la agricultura y la ganadería, siendo esta última de mayor importancia y quedando la primera supeditada a ella, como complemento para la alimentación familiar como el ganado.

En este anteproyecto, adquiere gran importancia la calidad estética del entorno natural. El mosaico de praderíos en pequeñas parcelas separadas imprimen una nota de antropización de tipo tradicional que, cuando convive con masas de arbolado bien desarrolladas entremezclándose de una forma irregular configuran una escena de alta calidad visual por su armonía y equilibrio entre lo natural y lo humano.

2.3. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO:

La zona de estudio denota la característica estructural del medio rural gallego, aunque se deja influenciar por la proximidad del núcleo urbano de Lugo. Una pequeña parte de la población se dedica al sector primario, actividades agrarias y ganaderas, mientras que la gran mayoría trabaja en las áreas urbanas próximas.

2.4. FLORA:

A continuación, se establece la descripción de las unidades vegetales comprendidas en el ámbito de estudio del tramo objeto de estudio.

La vegetación actual está dedicada, en su práctica totalidad, a la agricultura, fundamentalmente a las labores intensivas. Esta es la principal característica que define el estado de conservación del medio vegetal de la comarca, lo cual hace que las posibilidades en cuanto a conservación ambiental de la vegetación sean prácticamente nulas, ya que en general sólo existe un paisaje agrícola transformado.

A lo largo de todo el trazado se reconocen las siguientes unidades de vegetación actual.

- **Unidad 1: Cultivos herbáceos**. La superficie dedicada a estos cultivos se identifica principalmente a lo largo de todo el trazado. En líneas generales, la

alternativa de cultivo seguida en estos terrenos es la de un sistema de año y vez. Debido a la escasa representatividad se incluyen también en esta unidad los cultivos herbáceos en Regadío. Son los cultivos que ocupan menor extensión dentro del área de estudio.

- **Unidad 2: Cultivos leñosos**. Los cultivos leñosos existentes en el área de estudio son casi, en su mayoría de regadío. Se distribuyen en las mejores zonas de cultivos, ocupando las zonas más llanas y laderas con escasa pendiente. Esta forma de cultivo es muy homogénea en general en cuanto a variedad y producciones. En general las masas se encuentran alineadas, con densidades inferiores a 70 árboles por ha. en algunos casos, siendo frecuente actualmente aumentar la densidad de plantación en zonas poco densas, intercalando plantas nuevas.

- **Unidad 3: Cultivos herbáceos de regadío.** Esta unidad de vegetación se encuentra constituida por cultivos herbáceos en regadío localizándose pequeñas superficies de estas características por toda la zona que nos ocupa. Se distribuye en pequeñas parcelas junto a los cortijos y edificaciones de la zona.

- **Unidad 4: Vegetación riparia.** Las riberas de los cursos de agua se encuentran intensamente forestadas, localizándose como estrato arbóreo tan sólo algunos ejemplares de chopos (Populus alba) asociados a las márgenes con escasa cobertura y representatividad en el ámbito de proyecto. La vegetación arbustiva también es abundante en general. En general, es común la presencia de carrizo (Phragmites australis) como vegetación de ribera, observándose la presencia de esta especie en los sucesivos reconocimientos del trazado. Otras especies arbustivas existentes en la vegetación de ribera de la zona, aunque escasas, son el rosal silvestre (Rosa canina) y la adelfa (Nerium oleander), observadas en los arroyos de la zona próximas al trazado. En tramos de algunos arroyos las zonas húmedas cercanas a las riberas de los arroyos se localizan asociaciones de juncos (Scirpus holoschoenus). El elevado grado de degradación de los arroyos se aprecia en el desplazamiento de la vegetación riparia por formaciones de zarzas (Rubus ulmifolius) con elevada cobertura vegetal a lo largo de la ribera.

2.5. FAUNA:

Las comunidades faunísticas del territorio se encuentran claramente ligadas a los usos y aprovechamientos que el hombre ejerce sobre el mismo. La presión antrópica en el área objeto de estudio ha sido intensa históricamente, lo que ha propiciado prácticamente a la eliminación de las formaciones vegetales naturales y forestales, quedando tan sólo algunos reductos de estas formaciones localizadas al sur y este del área de estudio. De este modo, la gran parte de la superficie es en la actualidad superficies de explotación agrícola, dedicadas al cultivo de olivos y herbáceos de secano. La baja diversidad de biotopos en el medio provoca que por lo general, la fauna presente en el área sea pobre, tratándose de comunidades muy adaptadas a la actividad humana, sujetas a las variaciones estacionales de las labores agrícolas, siendo sólo de mayor relevancia la avifauna existente.

De este modo, es de destacar la presencia de especies importantes de en la zona, localizándose así importantes colonias de cernícalo primilla (Falco naumanni), especie catalogada de interés especial en el Catálogo Nacional de especies amenazadas, así como de agilucho cenizo (Circus pygargus). Las colonias de cría del cernícalo se localizan de este modo en numerosos de los cortijos existentes en el entorno, alimentándose en las tierras cultivas circundantes, preferentemente en los cultivos herbáceos y en las zonas de matorral bajo presentes en el paisaje en forma de superficies aisladas pero de gran importancia. En el estudio de la fauna del área aquí realizado se han incluido únicamente los vertebrados, según las siguientes familias: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. En primer lugar se ha determinado la posible presencia en el área de cada especie basándose en la información bibliográfica disponible. A partir de ahí se ha asociado cada una de las especies a cada unidad de vegetación considerada.

3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS:

A continuación evaluaremos los principales impactos ambientales que podrían ser generados durante la fase de construcción y explotación:

3.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN:

Acción:	**Expropiaciones**
Factor afectado:	*Socioeconómico*
Descripción: Se realiza una justa valoración de los bienes afectados.	

Acción:	**Desbroce**
Factor afectado:	*Edafología y erosión*
Descripción: Los desbroces para la ejecución de las obras conllevan la destrucción de la capa edáfica que cubre el terreno. Estas actuaciones pueden ser muy negativas puesto que la desprotección del suelo puede conllevar a un aumento importante de la erosión, por lo que han de llevarse medidas correctoras como la preservación de la tierra vegetal que se retire en el desbroce, para su posterior utilización en la revegetación de taludes y zonas a explanar.	

Acción:	**Desbroce**
Factor afectado:	*Vegetación*
Descripción: Se contempla la afección mínima de especies, ya que no se han detectado especímenes singulares y el número de árboles afectado no es excesivamente elevado.	

Acción:	**Desbroce**
Factor afectado:	*Capacidad agrícola - forestal*
Descripción: El impacto de la nueva línea de Alta Velocidad puede considerarse como bajo, puesto que no afecta a tierras de labor de alta productividad.	

Acción:	**Movimiento de tierras**
Factor afectado:	*Aire*
Descripción: Los impactos relacionados con el factor aire debidos a las partículas de polvo en suspensión como consecuencia de los movimientos de tierras son de difícil cuantificación al no existir mediciones específicas realizadas en obras similares que nos permitan extraer conclusiones aplicables a la infraestructura que nos ocupa.	

Acción:	**Movimiento de tierras**
Factor afectado:	*Geología*
Descripción: Las únicas afecciones son las derivadas de la alteración de las formas del relieve natural producidas por la construcción de desmontes, terraplenes y estructuras singulares.	

Acción:	**Movimiento de tierras**
Factor afectado:	*Hidrología y drenaje*
Descripción: Los impactos potenciales por este tipo de acciones, se generan principalmente, por desvío de los cursos de agua y por invasión de los mismos por tierras y materiales de desecho. En este sentido, no se prevé la necesidad de desvíos de arroyos y los riesgos de invasión del cauce por tierras y otros materiales son evitables mediante un correcto programa de vigilancia ambiental.	

Acción:	**Movimiento de tierras**
Factor afectado:	*Calidad del agua*
Descripción: Este tipo de impactos han de medirse teniendo en cuenta las afecciones que sobre el medio natural podrían producirse como consecuencia de la degradación del entorno. Las obras pueden producir alteraciones en la calidad de las aguas por un aumento de la turbidez de las aguas superficiales originada por los sedimentos procedentes del movimiento de tierras.	

3.2. FASE DE EXPLOTACIÓN:

Acción:	**Presencia de la infraestructura**
Factor afectado:	*Paisaje*

Descripción: Debido a la interferencia que la infraestructura genera en las unidades de paisaje, al introducir en el medio un nuevo elemento, éste se verá afectado. Estos impactos, se podrán corregir en gran medida mediante la revegetación de taludes con especies idénticas similares a las existentes en el entorno.

Acción:	**Presencia de la infraestructura**
Factor afectado:	*Fauna*

Descripción: Los impactos sobre la fauna están relacionados con su comunicación transversal a lo largo del trazado. Dicha solución, queda en parte garantizada a través de los pasos inferiores, superiores y obras de drenaje.

Acción:	**Presencia de la infraestructura**
Factor afectado:	*Patrimonio histórico - artístico*

Descripción: No se afectan yacimientos arqueológicos ni edificios civiles, religiosos o castrenses.

Acción:	**Presencia de la infraestructura**
Factor afectado:	*Hidrología*

Descripción: No se prevén impactos ya que las obras de drenaje y las estructuras diseñadas permiten el paso del caudal de máxima avenida

Acción:	**Presencia de la infraestructura**
Factor afectado:	*Comunicación*

Descripción: Se han repuesto las principales vías de comunicación locales afectadas.

Acción:	**Efluentes gaseosos y sonoros**
Factor afectado:	*Comunicación*

Descripción: Se tomarán ciertas medidas tendentes a mejorar y asegurar la calidad acústica de las áreas de mayor sensibilidad o con mayor contaminación acústica.

4. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS:

4.1. MEDIDAS PROTECTORAS:

- ***Protección de la red de drenaje:***
  Con el fin de proteger la calidad de las aguas durante los procesos constructivos se prohibirán los vertidos a la red de drenaje natural. Una vez finalizadas las obras se llevará a cabo un plan de restauración con la implantación de las especies vegetales existentes.

- ***Protección de la calidad del aire:***
  Dado que el transporte de material provoca la formación de polvo, como medidas protectoras se recomiendan riegos periódicos con estabilizantes químicos o agua, especialmente en zonas urbanas.

- ***Protección de la fauna y flora:***
  Se evitará en la fase de despeje y desbroce la tala de más ejemplares arbóreos de los necesarios. Además como medida de protección a la fauna, se intentará evitar alterar a aquellas especies importantes en sus ciclos de reproducción.

- ***Protección del sistema socioeconómico:***
  Con el fin de mantener la permeabilidad territorial evitando el efecto barrera se repone la comunicación en las vías y servicios que se vean afectados.

4.2. MEDIDAS CORRECTORAS:

Las medidas correctoras tienen como principal finalidad la implantación de una cubierta vegetal en todas las superficies que queden desprovistas de ella como consecuencia de las diferentes actividades de la construcción.

Los fines de esta revegetación son, por una parte, lograr una mejora estética y paisajística de la obra, y, por otra, eliminar los riesgos de erosión. De este modo se consigue un elemento de enlace entre la vía y el entorno que atraviesa, reduciendo así el impacto visual de las obras y suavizando aspectos paisajísticos no gratos para el usuario.

- **Cubierta vegetal:** Se aprovecha la tierra vegetal extraída del propio terreno para forma una cubierta vegetal en talud.
- **Hidrosiembra:** Proyección de una mezcla de semillas y otros elementos sobre el terreno consiguiendo que el entramado de raíces y tallos su superficie, creando una tierra fértil y propiciando la colonización natural de los taludes por especies autóctonas.
- **Plantaciones:** Especies arbustivas y arbóreas de mayor o menor tamaño.

5. PLAN DE CONSERVACIÓN:

Para la conservación de los trabajos de revegetación se prevén una serie de acciones encaminadas a mantener las plantas en perfecto estado.

Una vez ejecutadas las obras, comienza el plazo de garantía de un año de duración, lo que asegura el mantenimiento y conservación de las plantaciones durante este periodo.

Finalizado el plazo de garantía y una vez recibida la obra definitiva será necesaria la conservación de las plantaciones y de las hidrosiembras durante tres o cuatro años para lograr un buen arraigo y mantener las plantas en buen estado.

Una vez pasado este período de tiempo las plantas ya poseerán un desarrollo suficiente para garantizar su propio mantenimiento. Se proponen las siguientes tareas de mantenimiento:

- **Desbroces y siegas:** Eliminación de la maleza y escarificación del terreno que rodea a árboles y arbustos.
- **Abonado:** Se realizará un abonado anual a base de abono de naturaleza húmica.
- **Riegos:** Los riegos se efectuarán en los meses de verano sobre las plantaciones realizadas tanto de árboles como de arbustos e hidrosiembra.
- **Podas:** Se efectuará una poda anual, durante el periodo invernal, sobre las especies que así lo requieran, ya sea para facilitar su desarrollo normal o para evitar la invasión de la calzada y las cunetas.

6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL:

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo la asunción, por parte del promotor del proyecto, de un conjunto de medidas que, sin alterar los planteamientos iniciales del proyecto, sean beneficiosas para el medio ambiente.

Se establece con él un sistema que trate de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras mediante el seguimiento y control propuestos, comprobando así los efectos de ciertos impactos de difícil predicción.

Esto permitirá tomar medidas que corrijan el impacto que se genere en el transcurso del tiempo, como resultado del proceso de puesta en funcionamiento de la vía.

El plan se divide en diversas actividades según el factor que deba ser controlado, sin embargo, no es objeto de este anteproyecto el detalle de las actividades específicas de cada parte del Programa de Vigilancia Ambiental.

APÉNDICE 01: *Listado de especies animales*

ESPECIES ANIMALES					
Grupo	**Nombre**	**Género**	**Especie**	**Orden**	**Familia**
Mamífero	*Rattus Norvegicus*	*Rattus*	*Norvegicus*	Roedor	*Muridae*
Mamífero	*Microtus Agrestis*	*Microtus*	*Lusitanicus*	Roedor	*Muridae*
Mamífero	*Lutra Lutra*	*Lutra*	*Lutra*	Carnívoro	*Mustelidae*
Mamífero	*Lepus Granatensis*	*Lepus*	*Granatensis*	Lagomorfos	*Leporidae*
Mamífero	*Canis Lupus*	*Canis*	*Lupus*	Carnívoro	*Carabidae*
Ave	*Sylvia Communis*	*Sylvia*	*Communis*	Paseriformes	*Sylviidae*
Ave	*Sturnus Unicolor*	*Sturnus*	*Unicolor*	Paseriformes	*Sturnidae*
Ave	*Motacilla Alba*	*Motacilla*	*Alba*	Paseriformes	*Motacillidae*
Ave	*Saxicola Torquatus*	*Saxicola*	*Torquatus*	Paseriformes	*Turbidae*
Ave	*Picus viridis*	*Picus*	*Viridis*	Piciformes	*Picidae*
Anfibio	*Rana Temporaria*	*Rana*	*Temporaria*	Anura	*Ranidae*
Anfibio	*Discoglossus Galganoi*	*Discoglossus*	*Galganoi*	Anura	*Discoglossidae*
Anfibio	*Lissotriton Boscai*	*Lissotriton*	*Boscai*	Caudata	*Salamandridae*
Invertebrado	*Agabus Heydeni*	*Agabus*	*Heydeni*	Coleptero	Dytiscidae
Invertebrado	*Hydroporus discretus*	*Hydroporus*	*Discretus*	Coleoptero	*Dysticidae*
Invertebrado	*Carabus galicianus*	*Carabus*	*Galicianus*	Coleoptero	*Carabidae*
Invertebrado	*Hydroporus Nigrita*	*Hydroporus*	*Nigrita*	Coleptero	*Dytiscidae*
Reptil	*Podarcis Hispanica*	*Podarcis*	*Hispanica*	Squamata	*Lacertidae*
Reptil	*Vipera Seoanei*	*Vipera*	*Seoanei*	Squamata	*Viperidae*
Reptil	*Coronella Austriaca*	*Coronella*	*Austriaca*	Squamata	*Colubridae*

APÉNDICE 02: *Listado de especies vegetales*

ESPECIES VEGETALES		
Nombre	**Género**	**Especie**
Pinus Radiata	*Pinus*	*Radiata*
Betula Alba	*Betula*	*Alba*
Quercus Robur	*Quercus*	*Robur*
Castanea Satiba	*Castanea*	*Sativa*
Pinus Pinaster	*Pinus*	*Pinaster*
Eucaliptus nitensa	*Eucaliptus*	*Nitensa*
Pinus Sylvestris	*Pinus*	*Sylvestris*

ANEJO Nº05: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 05: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

1. Introducción 01

2. Hidrología 01

2.1. Bases de cálculo 01

2.2. Caudales de cálculo. Método racional 01

2.2.1. *Coeficiente de escorrentía* 02

2.2.2. *Pluviometría* 04

2.2.3. *Intensidad de precipitación* 05

2.2.4. *Tiempo de concentración* 06

3. Drenaje 06

3.1. Drenaje longitudinal 06

3.1.1. *Dimensionamiento* 07

3.2. Drenaje transversal 09

3.2.1. *Cálculo hidráulico de las obras de drenaje transversal* 10

3.2.2. *Condiciones de funcionamiento* 10

3.2.3. *Cálculo del régimen crítico* 11

3.2.4. *Altura de agua a la entrada con control a la entrada* 11

3.2.5. *Altura de agua a la entrada con control a la salida* 12

3.2.6. *Aterramientos* 12

3.2.7. *Cálculo de las erosiones de las obras de drenaje transversal* 12

3.2.8. *Predimensionamiento de las obras de drenaje transversal* 12

Apéndice 01: *Situación de las obras de drenaje transversal* 15

Apéndice 02: *Cuencas hidrográficas. Obras de drenaje transversal* 18

1. INTRODUCCIÓN:

La presencia de una obra lineal interrumpe la red de drenaje natural del terreno. El presente Anejo incluye el análisis de la hidrología y drenaje en la zona de actuación del nuevo trazado de Alta Velocidad.

La acumulación de agua sobre las distintas capas que conforman la superestructura del ferrocarril puede producir el reblandecimiento de ésta y su posterior deterioro, obligando en el futuro a realizar costosas reparaciones. Por lo tanto, debe considerarse el drenaje como una parte esencial que puede llegar incluso a influir en el trazado de la nueva línea.

Estas obras corresponden a dos tipos de drenaje diferentes: Obras de drenaje longitudinal y obras de drenaje transversal.

El objetivo del drenaje longitudinal es el desagüe del agua que cae sobre la plataforma, pretendiendo evitar infiltraciones que pudiesen comprometer la estabilidad de la misma.

El objetivo principal del drenaje transversal es el de restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, permitiendo su paso bajo la superestructura. También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar agua de la plataforma y sus márgenes.

Para llevar a cabo el diseño de dichas obras se empleará la *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial* del Ministerio de Fomento. También se han tenido en cuenta las *IGP 2.011 v-2*, *Instrucciones y Recomendaciones para Redacción de Proyectos de Plataforma*.

2. HIDROLOGÍA:

2.1. BASES DE CÁLCULO:

- **Periodo de retorno:** La selección del caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento de drenaje superficial está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su periodo de retorno: Cuanto mayor es éste, mayor será su caudal.
  El periodo de retorno de un caudal es X cuando, como media, es superado una vez cada X años. La *Instrucción* recomienda adoptar periodos de retorno para obras de drenaje transversal no inferiores a cien años y para obras de drenaje longitudinal no inferiores a diez años.

- **Método empleado:** Para el cálculo de los caudales a desaguar por las obras de drenaje transversal y longitudinal se va a emplear el *Método Hidrometeorológicoracional* propuesto por la *Instrucción 5.2-I.C.*
  Para cuencas pequeñas son apropiados este tipo de métodos basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de la estimación de su escorrentía. Esto equivale a admitir que la única componente de esta precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente. En las cuencas grandes estos métodos pierden precisión y, por tanto, la estimación de los caudales es menos exacta.
  La frontera entre cuencas grandes y pequeñas, a efectos de la *Instrucción 5.2-I.C. de Drenaje Superficial* corresponde aproximadamente a un tiempo de concentración igual a seis horas.

2.2. CAUDALES DE CÁLCULO. MÉTODO RACIONAL:

Para emplear este método es necesario determinar las superficies de las cuencas y subcuencas que vierten sobre el eje de nuestro proyecto y después proceder al cálculo de los caudales de cada una de ellas.

La traza de la línea de ferrocarril atraviesa una zona hidrológica moderada formada principalmente por la presencia de arroyos y pequeños riachuelos cuyas cuencas hidrográficas son de tamaño medio/bajo. El *arroyo placer*, correspondiente a la obra de drenaje transversal número cinco, es el más importante.

Dado que el tiempo de concentración para dichas cuencas es muy inferior al límite impuesto por la *Instrucción*, aplicaremos el *Método Racional*.

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la siguiente fórmula

$$Q = \frac{C * I * A}{K}$$

Donde:

- C es el coeficiente de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.
- A es el área de la cuenca, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como sumideros o resurgencias en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse debidamente.
- I es la intensidad media de precipitación para el periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.
- K es un coeficiente que depende de las unidades en las que se expresen Q y A, y que incluye un aumento del 20% del caudal para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación. Su valor se expresa en la *Tabla 2.1* de la mencionada *Instrucción*:

VALORES DE K

Q en	A en Km²	A en Ha	A en m²
m³/s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000

2.2.1. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:

Define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I y depende de la razón entre la precipitación diaria P_d correspondiente al periodo de retorno y el umbral de escorrentía P_o a partir del cual se inicia ésta.

Si la razón P_d / P_o fuera inferior a la unidad, el coeficiente C podrá considerarse nulo. En caso contrario, su valor podrá obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_0} + 11\right)^2}$$

El umbral de escorrentía depende de la pendiente y del uso de la tierra, las características hidrológicas de la cuenca y el tipo de suelo de la misma:

TABLA 2-1
ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA Po (mm)

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Caracteristicas hidrológicas	Grupo de suelo A	B	C	D
Barbecho	≥3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	≥3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	≥3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	<3	R/N	34	21	14	12

Nota: N: denota cultivo según las curvas de nivel.
R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

TABLA 2-2
CLASIFICACION DE SUELOS A EFECTOS DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

TABLA 2-1 (Continuación)
ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA Po (mm)

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Caracteristicas hidrológicas	Grupo de suelo A	B	C	D
Rotación de cultivos pobres	≥3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	≥3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy buena	*	41	22	15
	<3	Pobre	58	25	12	7
		Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy buena	*	*	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥3	Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15
	<3	Pobre	*	34	19	14
		Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (bosques, Monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33

Notas: 1. N: denota cultivo según las curvas de nivel.
P: denota cultivo según la línea de máxima pendiente.
2. *: denota que esa parte de cuenca debe considerarse impermeable a efectos de cálculo de caudales de avenida.
3. Las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 por 100.

Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	≥3	3
	<3	5
Rocas impermeables	≥3	2
	<3	4
Firmes granulares sin pavimento		2
Adoquinados		1,5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

En nuestro caso podemos considerar que un 20% del terreno es de masas forestales medias, con suelos del grupo C, por lo que el umbral de escorrentía sin corregir será de 22 milímetros y el 80% restante se corresponde con zonas dedicadas a cultivos y prados, pudiéndose considerar para ellos el umbral de escorrentía sin corregir correspondiente a cultivos en hilera con pendiente mayor del 3%, que es de 8 milímetros.

Por lo tanto:

$$P_o` = (0,2*22) + (0,8*8) = \mathbf{10,80\ milímetros}$$

Este valor deberá ser afectado por un coeficiente corrector que depende de la región en que se encuentre nuestra zona de proyecto. En nuestro caso, al encontrarnos cerca de Lugo, tomaremos un valor aproximado de 1,9. Por tanto el umbral de escorrentía corregido es **P_o = 20,52 milímetros**

Figura 1: Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

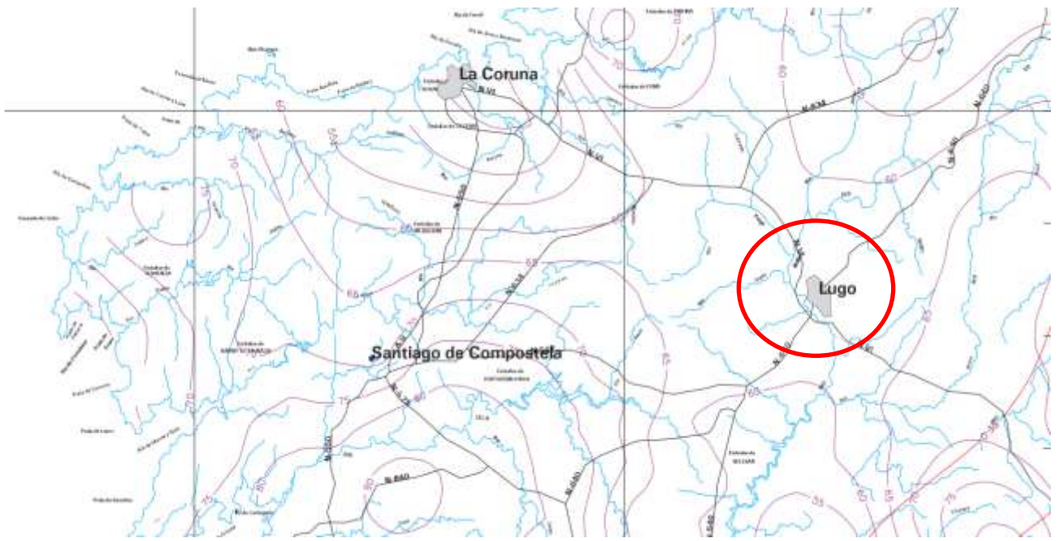
Dado que la relación P_d / P_o es superior a la unidad en ambos periodos de retorno, podemos calcular el coeficiente de escorrentía mediante la primera fórmula expuesta al comienzo de este mismo apartado.

2.2.2. PLUVIOMETRÍA:

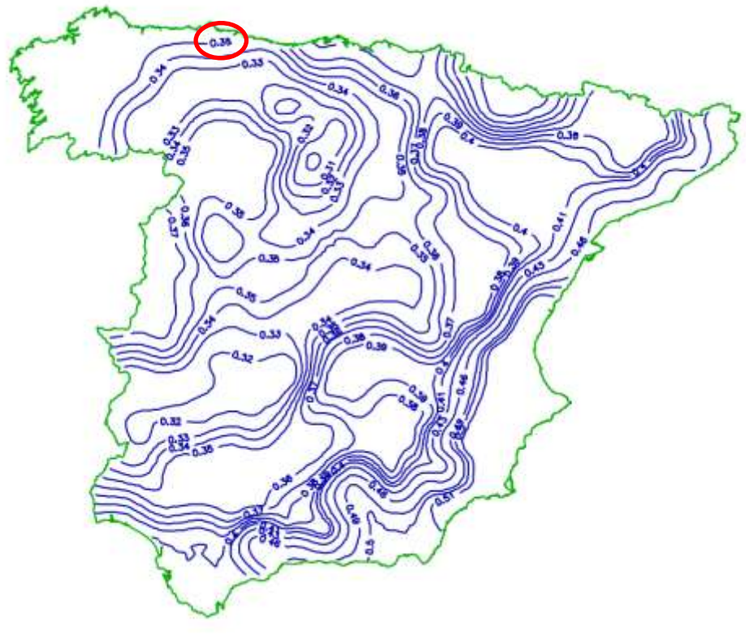
Como base para futuros dimensionamientos de estructuras de drenaje se efectuará un cálculo de precipitaciones esperadas para determinados periodos de retorno. Se tomará como origen la publicación *"Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (1997)"* del Ministerio de Fomento.

La precipitación máxima diaria asociada a un periodo de retorno determinado se calcula como el producto de la media de la máxima precipitación diaria anual por un coeficiente de amplificación. La media de la máxima precipitación diaria anual en milímetros se obtiene del siguiente mapa que clasifica España en zonas climáticas homogéneas, y el cual indica un valor aproximado de 65 milímetros para la zona de proyecto:

En el *Anejo número 4: Impacto Ambiental*, se pueden consultar las características *climatológicas y meteorológicas* de nuestra zona de actuación.



El coeficiente de variación C_v se obtiene del siguiente mapa el cual muestra un valor aproximado de 0,35 para el área de Galicia:



Sabiendo el valor exacto del coeficiente de variación podemos estimar valores de máximas lluvias diarias en Galicia a través de la siguiente tabla:

	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 7.1 - Cuantiles Y_T ,de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación K_T, en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997).

Con todos estos datos, la precipitación máxima diaria para distintos periodos de retorno en la zona de proyecto es la siguiente:

P_0	Periodo de retorno (años)	K_T	Precipitación máxima diaria (mm)
65 mm	2	0,919	59,73
	5	1,225	79,62
	10	1,446	93,99
	25	1,747	113,55
	50	1,991	129,41
	100	2,251	146,31
	200	2,525	164,12
	500	2,892	1987,98

2.2.3. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN:

La intensidad media I (mm/h) de precipitación la obtendremos a partir de la siguiente fórmula:

$$I = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

- I_d (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación para el periodo de retorno considerado. Su valor es igual a P_d / 24.
- P_d (mm) es la precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno.
- I_1 es la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho periodo de retorno. El valor de la razón I_1 / I_d se obtiene del *Mapa de Isolíneas* que se muestra a continuación. En nuestro caso, dicho valor es ocho.
- T_c (h) es el tiempo de concentración (Duración del intervalo I).

Figura 2: Mapa de isolíneas I_1/I_d

2.2.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:

Se define como el tiempo que tarda en llegar a una sección de estudio una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca.

En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir con la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Donde:

- L (km) es la longitud del cauce principal.
- J (m/m) es la pendiente media del cauce principal. Una aproximación fiable es la relación Z / L, siendo Z el desnivel máximo entre los puntos más alto y más bajo de la cuenca.

A modo de ejemplo, tomando como datos los correspondientes al *arroyo Placer*:

L = 1,0 km
Z = 24 m
J = 0.024

Resulta un tiempo de concentración: **T_c = 0.61 horas**

3. DRENAJE:

La *Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial* recomienda adoptar periodos de retorno para las obras de drenaje longitudinal no inferiores a diez años y para las obras de drenaje transversal no inferiores a cien años.

3.1. DRENAJE LONGITUDINAL:

La función del drenaje longitudinal es recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma conduciendo así dichos caudales hasta el punto de desagüe más próximo.

El drenaje longitudinal está formado por los siguientes elementos con sus respectivas funciones:

- **Cunetas de pie de desmonte:** Recogen la escorrentía procedente de la plataforma y de las subcuencas adyacentes al ferrocarril en zona de desmonte que no desaguan mediante las obras de drenaje transversal.
- **Cunetas de guarda en desmonte:** Son cunetas situadas en la coronación de los desmontes, cuya misión consiste en que la escorrentía procedente de las subcuencas de desmonte no baje directamente por el talud y pueda comprometer su estabilidad. Deben revestirse para evitar infiltraciones.

- **Cunetas de pie de terraplén:** Son cunetas situadas en los pies de los terraplenes y su misión es recoger la escorrentía procedente de las subcuencas de terraplén con el objeto de evitar que se infiltre en los cuerpos de relleno pudiendo ocasionar problemas de estabilidad.
- **Cunetas de coronación de terraplén:** Recogen las aguas de escorrentía procedentes de la plataforma en zonas de relleno. Las constituyen caces de coronación de terraplén.
- **Bajantes de terraplén y desmonte:** Desaguan el agua procedente de las cunetas de guarda en desmonte o de los caces de coronación de terraplén a las cunetas de pie de desmonte o terraplén.
- **Colectores:** Se proyectan tubos que recogen las aguas procedentes de las cunetas de pie de desmonte. Conformarán una red subterránea que tendrá como fin evacuar las aguas de las zonas de desmonte.
- **Arquetas de registro:** Se dispondrán las arquetas necesarias para poder asegurar la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe, debiendo permitir su fácil limpieza.

3.1.1. DIMENSIONAMIENTO:

El **dimensionamiento de cunetas de pie de desmonte** tendrá en cuenta únicamente aquella precipitación caída sobre la plataforma, asumiendo que aquella caída en el entorno será retenida o infiltrada por el terreno.

Dado el elevado número de taludes verticales tampoco se tiene en cuenta aquella precipitación caída sobre desmontes que viertan a la plataforma.

Pese a que los cálculos de drenaje podrían realizarse con la precipitación para un periodo de retorno de diez años, se tomará el valor de veinticinco años con el fin de paliar los posibles efectos de la simplificación anterior. Además, se tendrá en cuenta la no uniformidad de las precipitaciones, asumiendo que el 20% de la precipitación diaria para un periodo de retorno de veinticinco años se concentra en dos horas. De esta manera, la intensidad de precipitación de diseño será de 11,35 mm/h.

El cálculo del drenaje longitudinal se realizará cumpliendo las siguientes hipótesis:

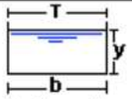
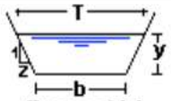
- Bombeo de la plataforma mínimo hacia los laterales de 0,5% desde el centro de la misma.
- La velocidad del agua debe ser superior a 0,25 m/s e inferior a 4,5 m/s por ser cunetas revestidas de hormigón.
- Misma pendiente longitudinal que la plataforma.
- Sumideros cada 250 metros, funcionando correctamente el 50%.
- Cuneta trapezoidal de ancho base 0,5 metros y alto H.
- Caudal a desaguar de 0,015 m^3/s.
- Pendiente mínima de cálculo de 5 mm.
- Pendiente máxima de cálculo de 15 mm.
- Cálculos por medio de la *fórmula de Manning-Strickler*:

$$\mathcal{Q} = \mathcal{V} * \mathcal{S} = \mathcal{S} * \mathcal{R}^{2/3} * \mathcal{J}^{1/2} * \mathcal{K} * \mathcal{U}$$

Donde:

- $\mathcal{Q}$ es el caudal desaguado.
- $\mathcal{V}$ es la velocidad media de la corriente.
- $\mathcal{R}$ es el radio hidráulico, obtenido del cociente entre el área de la sección ($\mathcal{S}$) y el perímetro mojado ($\mathcal{P}$).
- $\mathcal{J}$ es la pendiente de la línea de energía, que en el caso de que el régimen se considere uniforme equivale a la pendiente del terreno.
- $\mathcal{K}$ es el coeficiente de rugosidad, que según la *Tabla 4.1* de la *Instrucción 5.2-I.C.* es 50 para revestido de hormigón.
- $\mathcal{U}$ es un coeficiente de conversión que depende de las unidades de $\mathcal{Q}$, $\mathcal{S}$, y $\mathcal{R}$, dado en la *Tabla 4.2* de la *Instrucción 5.2-I.C.* Trabajando con caudales en metros cúbicos por segundo, áreas en metros cuadrados y radios hidráulicos en metros, el coeficiente $\mathcal{U}$ es igual a uno.

Para la sección trapezoidal propuesta, los valores de área, perímetro mojado y radio hidráulico son los siguientes:

Tipo de sección	Área A (m2)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

$$\mathcal{S} = (0{,}5 + 2 * \mathcal{H}) * \mathcal{H}$$

$$\mathcal{P} = 0{,}5 + 2 * \mathcal{H} * \sqrt{5}$$

$$\mathcal{R} = \frac{(0{,}5+2*\mathcal{H})*\mathcal{H}}{0{,}5+2*\mathcal{H}*\sqrt{5}}$$

Los resultados obtenidos aplicando todas las hipótesis anteriores se reflejan en la tabla siguiente:

H (m)	S (m^2)	P (m)	J mín	J máx	R (m)	Q mín	Q máx	V mín	V máx
0,10	0,070	0,947	0,005	0.015	0,074	0,0436	0,0755	0,623	1,078
0,15	0,120	1,171	0,005	0.015	0,102	0,0929	0,1609	0,774	1,341
0,20	0,180	1,394	0,005	0.015	0,129	0,1625	0,2815	0,903	1,564
0,25	0,250	1,618	0,005	0.015	0,155	0,2545	0,4408	1,018	1,763
0,30	0,330	1,842	0,005	0.015	0,179	0,3708	0,6423	1,124	1,946
0,35	0,420	2,065	0,005	0.015	0,203	0,5135	0,8894	1,223	2,118
0,40	0,520	2,289	0,005	0.015	0,227	0,6845	1,1856	1,316	2,280
0,45	0,630	2,512	0,005	0.015	0,251	0,8857	1,5341	1,406	2,435
0,50	0,750	2,736	0,005	0.015	0,274	1,1189	1,9381	1,492	2,584
0,55	0,880	2,960	0,005	0.015	0,297	1,3860	2,4006	1,575	2,728
0,60	1,020	3,183	0,005	0.015	0,320	1,6886	2,9248	1,656	2,867

El resultado es por tanto una cuneta trapezoidal de ancho base 0,50 metros y altura 0,20 metros con pendientes interna y externa 1H:2V revestidas con una capa base de 10 centímetros de hormigón a cada lado de la plataforma para evitar la erosión.

A continuación se dimensiona el correspondiente sumidero horizontal que evacue dicho caudal. Para ello, escogeremos un sumidero con barras paralelas a la corriente, por ser el de uso más extendido. Para que este tipo de sumideros sean capaces de interceptar todo el caudal que pase sobre él, será necesario que la longitud libre $\mathcal{L}$ de las barras no sea inferior a la indicada por la siguiente fórmula:

- Barras paralelas a la corriente ⟶ $\mathcal{L} = 9 * \mathcal{V} * \sqrt{\mathcal{H} + d} \leq 30\ cm$
- Barras paralelas a la corriente ⟶ $\mathcal{L} = 15 * \mathcal{V} * \sqrt{\mathcal{H} + d}$

Siendo:

- $\mathcal{H}$ el calado del agua sobre las barras en centímetros.
- d el diámetro o canto de una barra en centímetros.
- $\mathcal{V}$ la velocidad del agua circulante por la sección de desagüe en m/s.

Para calcular su capacidad de desagüe se emplean las siguientes fórmulas en función de la profundidad del agua:

- Si $\mathcal{H} < 12\ cm$ ⟶ Fórmula del vertedero ⟶ $\mathcal{Q} = \frac{\mathcal{L} * \sqrt{\mathcal{H}^3}}{60}$

Tomando el perímetro exterior de la rejilla como anchura libre.

- Si $\mathcal{H} > 40\ cm$ ⟶ Fórmula del desagüe ⟶ $\mathcal{Q} = 300 * \mathcal{S} * \sqrt{\mathcal{H} - \frac{\mathcal{D}}{2}}$
- Si $12 \leq \mathcal{H} \leq 40\ cm$ ⟶ Interpolación lineal entre ambas fórmulas.

De este modo, supondremos que la eficacia de un sumidero se ve mermada con la pendiente longitudinal ($\mathcal{J}$) del caz o cuneta, por lo que debe aplicarse un coeficiente de reducción de valor:

$$\gamma = \frac{1}{1 + 15 * \mathcal{J}}$$

La capacidad de desagüe de cada sumidero deberá ser tal que pueda absorber al menos el 70% del caudal de referencia que circule por la cuneta o el caz, sin que la profundidad o la anchura de la corriente rebase su límite admisible (considerando un resguardo del 15%), a fin de permitir que, cuando un sumidero esté obstruido, el agua que no penetre en él pueda absorberse sin problemas en los siguientes aguas abajo.

Por lo tanto, su longitud mínima, suponiendo barras de dos centímetros será:

$$\mathcal{L} = 9 * \mathcal{V} * \sqrt{\mathcal{H} + d} = 9 * 0{,}903 * \sqrt{0.2 + 2} = 38{,}12 > 30 \text{ cm} \longrightarrow 30 \text{ cm}.$$

El caudal debe modificarse por un doble motivo:

1. Debido a que sólo debe desaguar el 70% del caudal de referencia.
2. Debido a que la pendiente longitudinal tiene un factor corrector γ = 0,93 suponiendo que la pendiente longitudinal es del 0,5%.

Por todo ello, el caudal de referencia será el siguiente:

$$\mathcal{Q} = \frac{0{,}7 * 282}{0{,}93} = 212 \text{ l/s}$$

Como el calado supera los 12 centímetros, emplearemos la fórmula del vertedero para calcular su sección, teniendo en cuenta:

$$\mathcal{L} = \frac{0{,}7 * \mathcal{Q} * 60}{\sqrt{\mathcal{H}^3}} = \frac{212 * 60}{\sqrt{20^3}} = 144 \text{ cm}$$

Como en este caso $\mathcal{L}$ es el perímetro de la sección, las dimensiones del sumidero serán:

$$\mathcal{L} = 22 \text{ cm}$$
$$\mathcal{W} = \frac{144 - (2 * 22)}{2} = 50 \text{ cm}$$

Por tanto dispondremos sumideros horizontales de sección rectangular de 50x22 centímetros con barras de 2 centímetros de canto cada 250 metros.

Continuando con los demás elementos de drenaje longitudinal, las **cunetas de guarda en desmonte** se situarán en taludes que reciban escorrentías importantes de las cuencas, de modo que eviten la erosión de los taludes de desmonte. Se situarán bajantes aproximadamente cada 150 metros. La cuneta de guarda en desmonte tiene una sección de 0,5 metros de calado, 1 metro de ancho y taludes 1H:1V.

Las **cunetas de guarda de terraplén**, por simplicidad constructiva, tienen la misma sección que las cunetas de guarda en desmonte.

Por último, para las **cunetas de coronación de terraplén**, en aquellas zonas en las que la escorrentía de la plataforma hacia los taludes de terraplén sea grande, se situarán caces de coronación de terraplén con el fin de canalizar la escorrentía. Además, se colocarán bajantes, separadas entre sí 50 metros como máximo. Las dimensiones del caz son 0,5 metros de ancho, talud exterior 4H:1V e interior 6H:1V, con una profundidad de 0,15 metros.

3.2. DRENAJE TRANSVERSAL:

El objetivo principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, permitiendo su paso bajo la línea de ferrocarril. También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes.

Este tipo de obras deben perturbar lo menos posible la circulación del agua del cauce natural. Para la proyección y cálculo de éstas se tendrán en cuenta, principalmente el caudal a desaguar total, la velocidad máxima y la cota máxima de la lámina de agua.

Para el diseño de las obras de drenaje transversal se utiliza la *Instrucción 5.2-I.C.*, la cual recomienda un periodo de retorno mínimo de cien años.

En nuestra área de estudio las únicas zonas susceptibles de necesitar dicho tipo de obras se resuelven con viaductos debido al carácter del cauce fluvial y el perfil del terreno a excepción de un conjunto de seis obras de drenaje transversal (O.D.T.)

localizadas en los PK: 0+350 // 1+100 // 1+800 // 6+700 // 8+280 // 11+000, respectivamente.

Debido al carácter de anteproyecto de este estudio, se predimensionará el perfil necesario para la obra transversal, indicando la metodología de cálculo. Se tendrá en cuenta para su futuro dimensionamiento limitar la velocidad de salida del agua a 6 m/s para evitar así pendientes excesivas (en torno al 8% máximo).

3.2.1. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL:

Una obra de desagüe trata de evitar que una nueva construcción obstaculice un cauce de agua, remansándola, y alcanzando alturas que puedan dañar a la propia construcción, o a las propiedades colindantes. Es pues muy importante, relacionar la altura de agua ante la entrada del desagüe, con el caudal de descarga.

La relación depende del modo de funcionamiento del desagüe. Para saber cómo opera éste, pueden considerarse dos clasificaciones principales: *Sección llena a la salida* y *sección parcialmente llena a la salida*.

Una obra de desagüe cae en el primer grupo si su pendiente no es menor que la pérdida de carga por rozamiento, y si la boca de salida es sumergida por la elevación del nivel del cauce aguas abajo. Si esta profundidad es menor que la altura del conducto en la salida, y la pendiente de éste es igual o mayor que la pérdida de carga por rozamiento, el conducto no fluirá lleno.

A causa de las bajas velocidades en la mayor parte de los remansos en la entrada de las obras de drenaje transversal, y a la dificultad de determinarlas, la superficie del agua y la línea de energía, antes de la entrada, se suponen coincidentes.

Cuando la boca de entrada es sumergida por el agua, un método conveniente para determinar si el conducto fluye lleno, o parcialmente lleno, es encontrar la situación de la sección de control. Esta sección representa el punto crítico del sistema, puesto que las características del flujo principal se determinan por él, y por su situación.

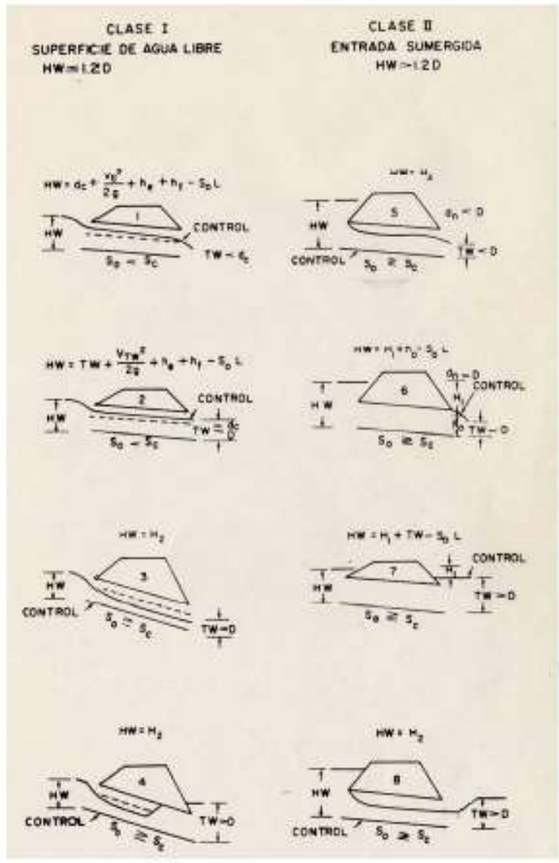
Siempre que el control esté a la entrada, la relación de la altura de agua en ella al caudal, es independiente del rozamiento, longitud, y condiciones de salida del conducto.

3.2.2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO:

Las condiciones de funcionamiento se pueden dividir en dos clase, con ocho tipos, que se esquematizan en la figura adjunta y extraídas de "*Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento hidráulico*", *Ministerio de Obras Públicas 1971*.

La primera clase corresponde a aquellas en las que el conducto fluye con superficie de agua libre en la sección de control, y la entrada no se encuentra sumergida (HW≤1,2·D). (Tipos 1 a 4).

La segunda clase está formada por aquellas en las que el conducto fluye con entrada sumergida (HW>1,2·D) (Tipos 5 a 8).



No obstante, esta división es una simplificación, pues en realidad pueden existir tipos con control a la salida en la clase II y a la entrada en la clase I.

Para el cálculo de las obras de drenaje transversal se utiliza el método de la *Instrucción 5.2.-IC.* asimilando los pórticos utilizados a secciones rectangulares.

Para determinar si el conducto fluye lleno o parcialmente lleno es necesario encontrar la situación de la sección de control. Esta sección representa el punto crítico del sistema y las características del flujo principal se determinaran por él y por su situación, pudiendo estar a la entrada o a la salida.

3.2.3. CÁLCULO DEL RÉGIMEN CRÍTICO:

El calado crítico es aquel para el cual el número de Froud es igual a la unidad. La velocidad crítica del conducto es:

$$\mathcal{F}_r = \frac{\mathcal{Q}}{\mathcal{A} * \sqrt{\mathcal{g} * \frac{\mathcal{A}}{\mathcal{B}}}}$$

Donde:

- $\mathcal{Q}$ es el caudal medido en m^3 / s.
- $\mathcal{A}$ es el área de flujo medida en m^2.
- $\mathcal{g}$ es la aceleración de la gravedad medida en m / s^2.
- $\mathcal{B}$ es la anchura de la lámina libre medida en metros.

La pendiente crítica la obtenemos de la fórmula de Manning/Strickler:

$$\mathcal{V}_c = \frac{1}{\mathcal{N}} * \mathcal{R}^{2/3} * \mathcal{J}_c{}^{1/2}$$

$$\mathcal{J}_c = \left(\frac{\mathcal{V}_c * \mathcal{N}}{\mathcal{R}^{2/3}}\right)^2$$

Donde:

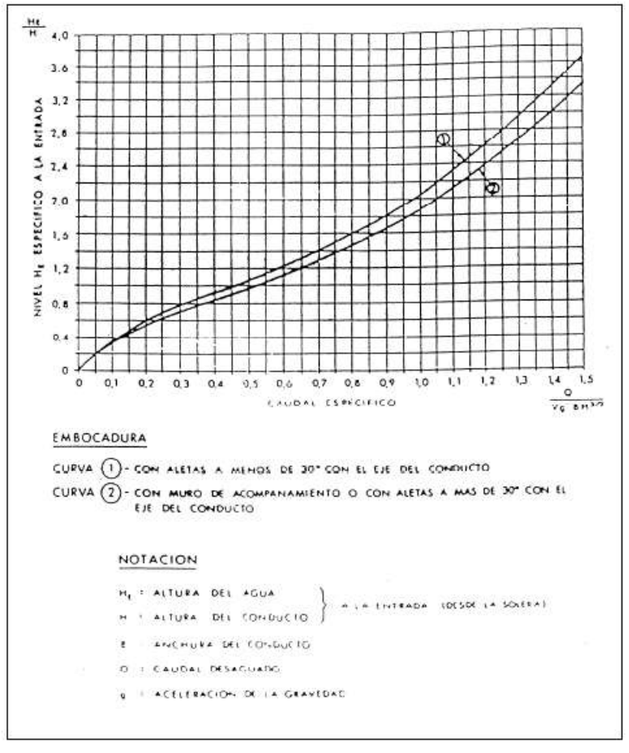
- $\mathcal{V}_c$ es la velocidad crítica en m / s.
- $\mathcal{R}$ es el radio hidráulico en metros.
- $\mathcal{N}$ es el coeficiente de Manning.
- $\mathcal{J}_c$ es la pendiente crítica en m / m.

Dependiendo de las condiciones del material de la obra de drenaje transversal se adoptará un coeficiente de rugosidad $\mathcal{N}$ u otro.

3.2.4. ALTURA DE AGUA A LA ENTRADA CON CONTROL A LA ENTRADA:

Para calcular la altura de agua en este tipo de control se utiliza el siguiente gráfico de la figura 5.9 de la Instrucción 5.2-I.C.

Entrando con el caudal específico ($Q/\sqrt{g}\ D_{5/2}$) obtenemos el nivel (Hw) específico a la entrada:



3.2.5. ALTURA DE AGUA A LA ENTRADA CON CONTROL A LA SALIDA:

Según la citada *Instrucción 5.2-IC*, si no se cumplen todas las condiciones para considerar control a la entrada, será preciso calcular el valor mínimo del nivel del agua a la entrada exigido por el posible control de salida, adoptándolo como definitivo si fuera mayor que el correspondiente al control de entrada.

Para ello será preciso en algunos casos recurrir al análisis de las curvas de remanso; pero para la mayoría de los casos se podrá aceptar el valor aproximado dado por la siguiente fórmula:

$$\mathcal{H}_s = \frac{\mathcal{V}^2}{2 * \mathcal{g}} * \left(1 + \mathcal{K}_e + \frac{2 * \mathcal{g} * \mathcal{L} * \mathcal{N}^2}{\mathcal{R}^{4/3}}\right) - \mathcal{L} * \mathcal{J} - \mu$$

Donde:

- $\mathcal{L}$ es la longitud del conducto en metros.
- $\mathcal{J}$ es la pendiente del conducto en m / m.
- $\mathcal{V}$ es la velocidad media a sección llena.
- $\mathcal{R}$ es el radio hidráulico a sección llena.
- $\mathcal{g}$ es la aceleración de la gravedad en m / s^2.
- $\mathcal{N}$ es el coeficiente de rugosidad de Manning.
- $\mathcal{K}_e$ es el coeficiente de pérdida de carga en la embocadura, dado por la *Tabla 5.2* de la citada *Instrucción*.
- μ es el mayor de los dos valores siguientes:

  1. La diferencia del nivel del agua en el cauce a la salida del conducto, con la cota de la solera de esta.
  2. La semisuma del calado crítico $\mathcal{Y}_c$ del conducto y la altura de éste $\mathcal{H}$. Si del cálculo resultante $\mathcal{Y}_c > \mathcal{H}$ se tomará igual a $\mathcal{H}$.

3.2.6. ATERRAMIENTOS:

Analizados los riesgos de aterramientos en las obras de drenaje transversal proyectadas, se indica lo siguiente:

1. El trazado en planta de las obras de drenaje transversal se ha proyectado teniendo en cuenta que su salida se asienta sobre terreno natural evitando zonas inestables.
2. Las pendientes proyectadas en los conductos son lo suficientemente elevadas para que no se produzcan aterramientos en su interior.
3. Deberá cuidarse el acabado de las obras, debiendo prestarse atención a las aportaciones adicionales durante la construcción de las mismas y la fase inmediatamente siguiente a ella, ya que los aterramientos suelen agravarse por aportaciones adicionales (taludes, escombros, etc.).

3.2.7. CÁLCULO DE LAS EROSIONES DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL:

1. EROSIÓN EVOLUTIVA DEL CAUCE:

Como se ha indicado anteriormente, la situación tanto en planta como en alzado de las obras de drenaje proyectadas mantiene coincidentes en la mayoría de los casos la pendiente y la orientación en planta del cauce natural, al que dan continuidad. La solera de los pórticos se recubre de una capa de hormigón para evitar su erosión, así como las transiciones entre obras de drenaje transversal contiguas.

2. EROSIÓN LOCALIZADA:

Este tipo de erosión se puede producir localmente a la salida de la obra de drenaje debido a la mayor concentración y energía cinética de la corriente, pudiendo llegar a provocar su descalce.

Para estimar la existencia de erosión se considerará los siguientes niveles:

- Alto, si se excediera del límite δ dado por la figura 5.19 de la Instrucción 5.2-I.C.
- Medio, si estuviera comprendido entre δ y δ/2.
- Bajo, si fuera inferior a δ/2.

Para estimar las máximas erosiones previsibles se podrán considerar las siguientes fórmulas adimensionales, muy conservadoras en general:

- Para tubos:

$$\frac{e}{\mathcal{D}} = 2 * \left(\frac{\mathcal{Q}}{\sqrt{g} * \mathcal{D}^{5/2}} \right)^{3/8}$$

- Para marcos rectangulares:

$$\frac{e}{\mathcal{D}} = 3 * exp\left(\frac{-\mathcal{H}}{3 * \mathcal{B}}\right)^{3/8} * \left(\frac{\mathcal{Q}}{\sqrt{g} * \mathcal{B} * \mathcal{H}^{3/2}} \right)^{3/8}$$

Siendo:

- e es la erosión máxima previsible.
- $\mathcal{Q}$ es el caudal medido en m^3 / s.
- g es la aceleración de la gravedad en m / s^2.
- $\mathcal{D}$ es el diámetro del tubo en metros.
- $\mathcal{H}$ es la altura del conducto rectangular.
- $\mathcal{B}$ es la anchura del conducto rectangular.

3.2.8. PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL:

Las obras de drenaje 1 y 2 localizadas en los PK 0+350 y 1+100 respectivamente pertenecen a la línea de ferrocarril existente, por lo que ya están diseñadas y construídas tal y como se refleja en las siguientes fotografías de la zona:

A continuación se muestra la tipología correspondiente para las demás obras de drenaje transversal del trazado de Alta Velocidad. En todos los casos se va a disponer de una solera de hormigón que reciba el impacto directo de la corriente, con una longitud mínima de 1,2*espesor y rematada por un rastrillo vertical con una profundidad mínima de 0,25*espesor para evitar el aterramiento y erosiones de la O.D.T.

O.D.T.03

SITUACIÓN O.D.T.03	P.K.	-	1+800
	ESVIAJE	(g)	-
GEOMETRÍA O.D.T.03	TIPO	-	Tubo HA con aletas
	NÚMERO	-	1,00
	DIMENSIÓN	(m)	ø2,00
	J	(%)	0,036
	L	(m)	22,66

CARACTERÍSTICAS CUENCA HIDROGRÁFICA

Coeficiente de escorrentía	T=100	(mm)	0,56
	T=500	(mm)	0,98
Intensidad de precipitación	T=100	(mm/h)	43,16
	T=500	(mm/h)	112,77
Tiempo de Concentración	**T_c**	(h)	1,04
Área de la cuenca	**A**	(km^2)	0,35

CAUDALES CUENCA HIDROGRÁFICA

CAUDALES CUENCA	T=100 años	(m^3/s)	**2,62**
	T=500 años	(m^3/s)	**5,60**

O.D.T.04

SITUACIÓN O.D.T.04	P.K.	-	6+700
	ESVIAJE	(g)	-
GEOMETRÍA O.D.T.04	TIPO	-	Marco/Pórtico/Bóveda HA con aletas
	NÚMERO	-	1,00
	DIMENSIÓN	(m)	2,00H // 6,00B
	J	(%)	0,032
	L	(m)	49,45

CARACTERÍSTICAS CUENCA HIDROGRÁFICA

Coeficiente de escorrentía	T=100	(mm)	0,56
	T=500	(mm)	0,98
Intensidad de precipitación	T=100	(mm/h)	35,69
	T=500	(mm/h)	124,58
Tiempo de Concentración	**T_c**	(h)	0,92
Área de la cuenca	**A**	(km^2)	0,42

CAUDALES CUENCA HIDROGRÁFICA

CAUDALES CUENCA	T=100 años	(m^3/s)	**2,33**
	T=500 años	(m^3/s)	**14,24**

O.D.T.05

SITUACIÓN O.D.T.05	P.K.	-	8+280
	ESVIAJE	(g)	-
GEOMETRÍA O.D.T.05	TIPO	-	Marco/Pórtico/Bóveda HA con aletas
	NÚMERO	-	1,00
	DIMENSIÓN	(m)	2,50H // 3,00B
	J	(%)	0,024
	L	(m)	57,42

CARACTERÍSTICAS CUENCA HIDROGRÁFICA

Coeficiente de escorrentía	T=100	(mm)	0,56
	T=500	(mm)	0,98
Intensidad de precipitación	T=100	(mm/h)	38,78
	T=500	(mm/h)	143,50
Tiempo de Concentración	**T_c**	(h)	0,61
Área de la cuenca	**A**	(km^2)	0,30

CAUDALES CUENCA HIDROGRÁFICA

CAUDALES CUENCA	T=100 años	(m^3/s)	**2,94**
	T=500 años	(m^3/s)	**11,72**

O.D.T.06

SITUACIÓN O.D.T.06	P.K.	-	11+000
	ESVIAJE	(g)	-
GEOMETRÍA O.D.T.06	TIPO	-	Tubo HA con aletas
	NÚMERO	-	1,00
	DIMENSIÓN	(m)	ø2,20
	J	(%)	0,028
	L	(m)	26,84

CARACTERÍSTICAS CUENCA HIDROGRÁFICA

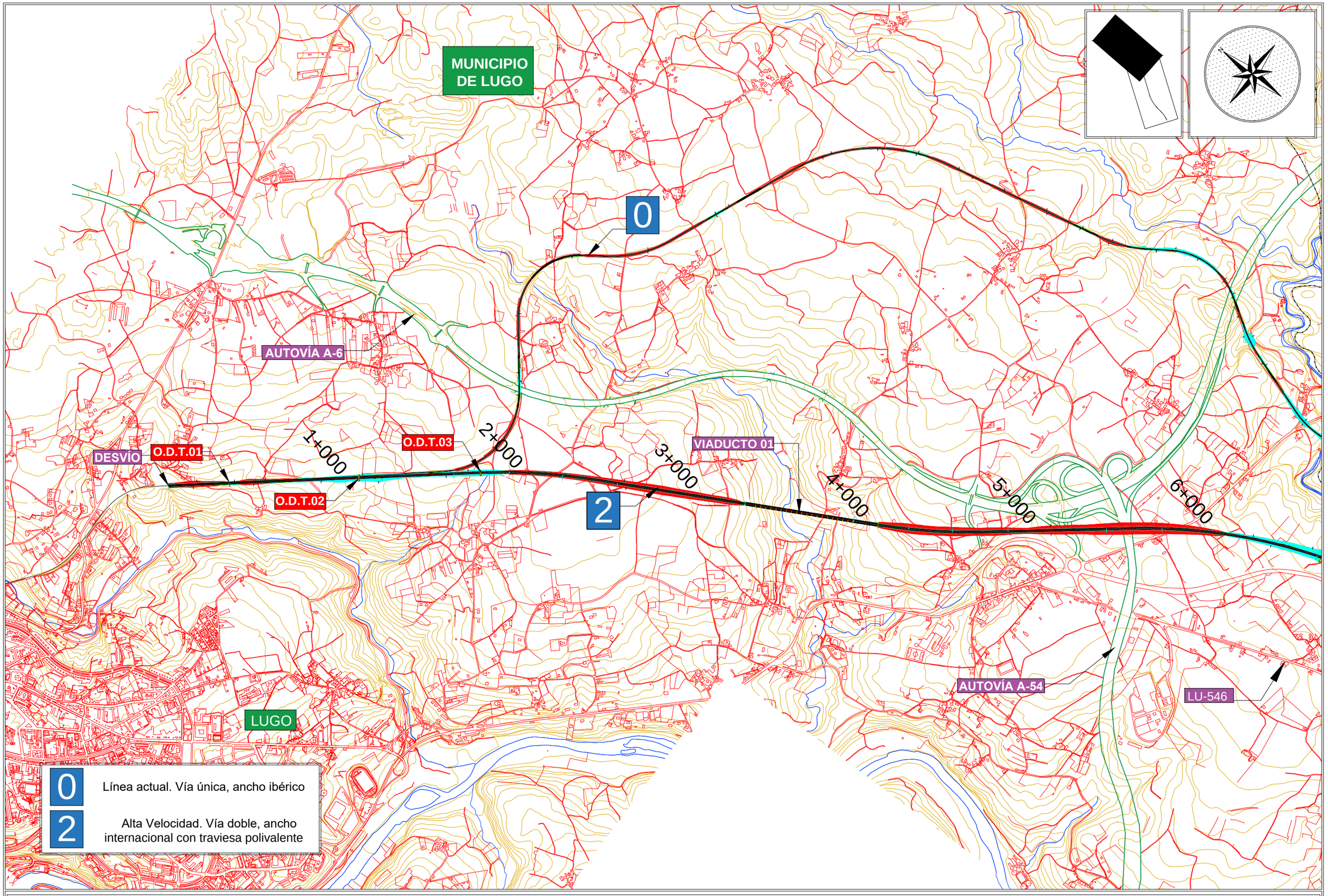
Coeficiente de escorrentía	T=100	(mm)	0,56
	T=500	(mm)	0,98
Intensidad de precipitación	T=100	(mm/h)	38,29
	T=500	(mm/h)	116,52
Tiempo de Concentración	**T_c**	(h)	1,06
Área de la cuenca	**A**	(km^2)	0,85

CAUDALES CUENCA HIDROGRÁFICA

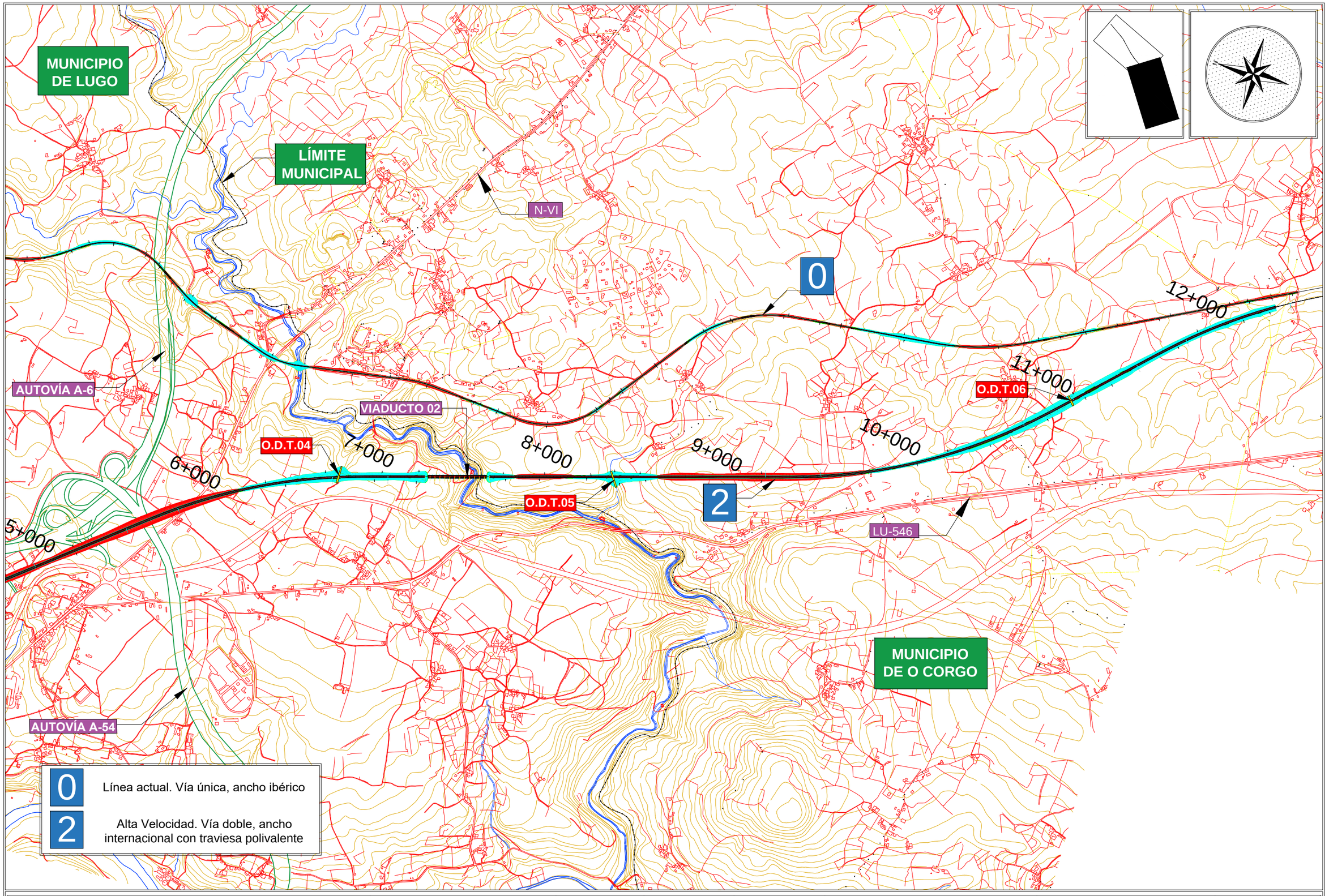
CAUDALES CUENCA	T=100 años	(m^3/s)	**3,27**
	T=500 años	(m^3/s)	**7,25**

APÉNDICE 01: *Situación de las Obras de drenaje transversal*

Escala 1/20.000



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN DE LAS O.D.T. LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: 1/20.000 0m 400m 800m	PLANO: 01 Hoja: 1 de 2



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad de A Coruña

TÍTULO DEL PROYECTO:
LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO

AUTOR:
HERVÉ SANCOSMED RODIL

FIRMA:

CONVOCATORIA:
OCTUBRE 2016

TÍTULO DEL PLANO:
SITUACIÓN DE LAS O.D.T.
LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD

ESCALA: 1/20.000
0m 400m 800m

PLANO: 01

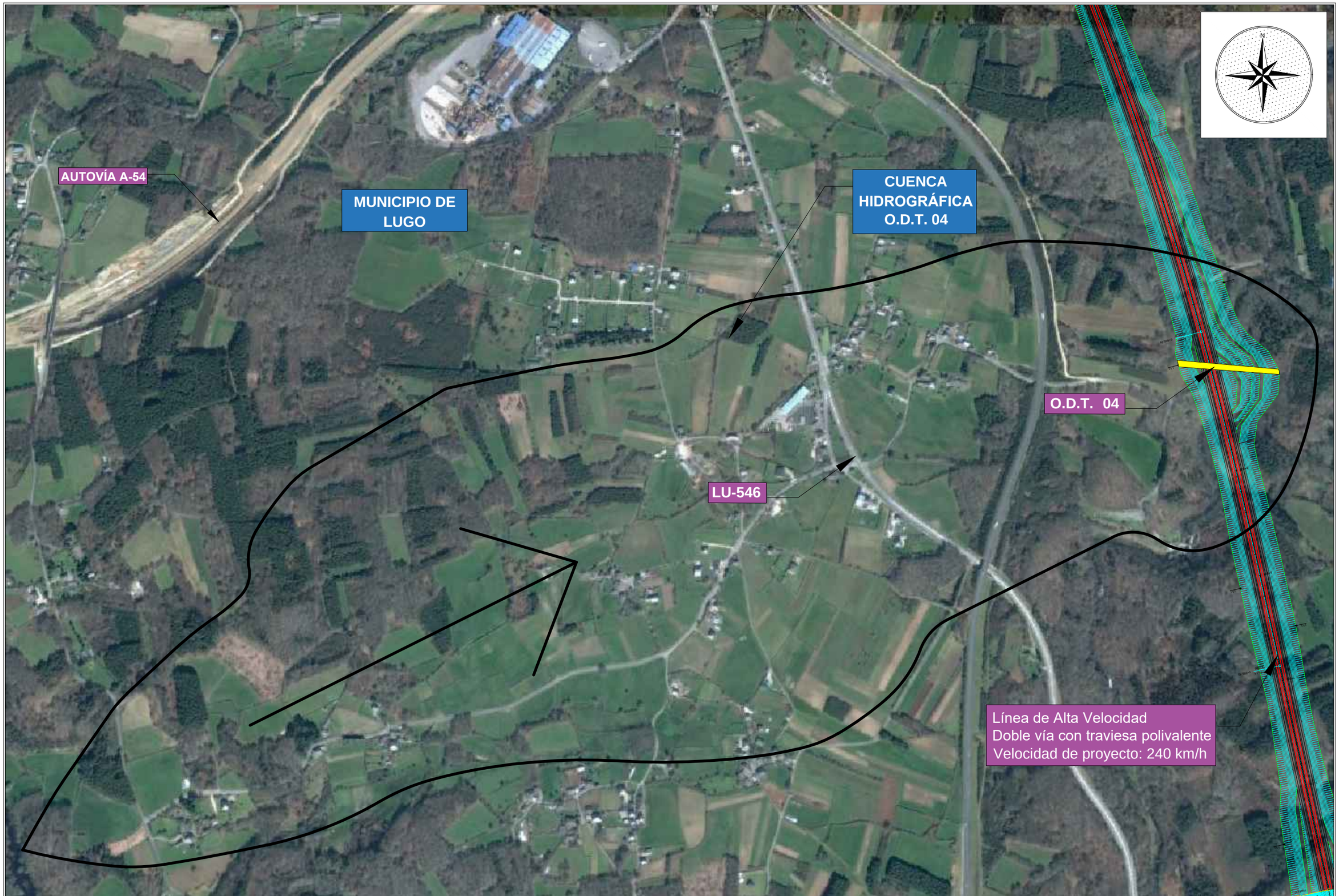
Hoja: 2 de 2

APÉNDICE 02: *Cuencas hidrográficas.*

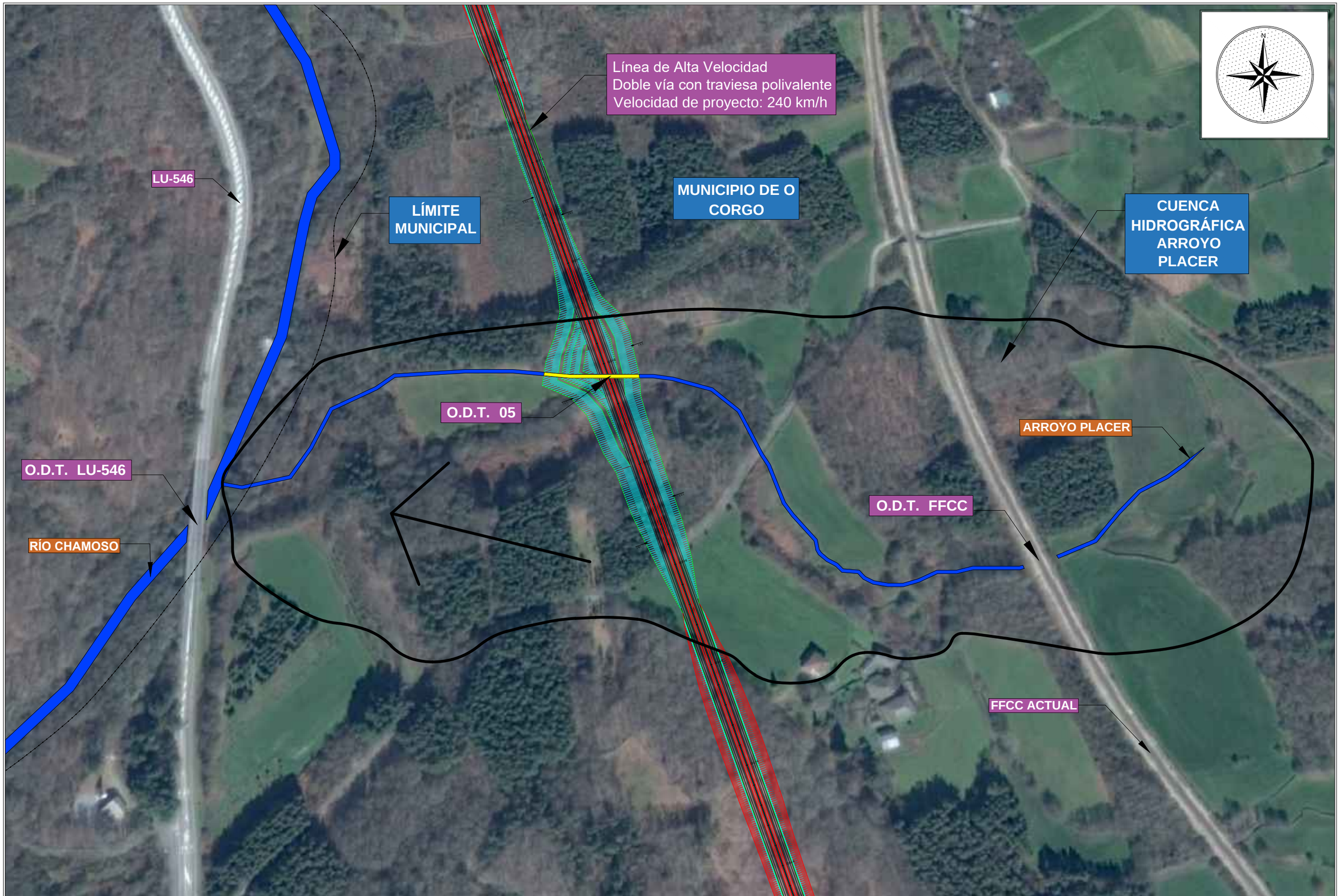
Obras de drenaje transversal

Escala 1/5.000

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CUENCA HIDROGRÁFICA O.D.T.03. P.K. 1+800	ESCALA: 1/5.000 0m 100m 200m	PLANO: 02 Hoja: 1 de 4



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CUENCA HIDROGRÁFICA O.D.T.04. P.K. 6+700	ESCALA: 1/5.000 0m 100m 200m	PLANO: 02 Hoja: 2 de 4



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CUENCA HIDROGRÁFICA O.D.T.05. P.K. 8+280	ESCALA: 1/5.000 0m 100m 200m	PLANO: 02 Hoja: 3 de 4

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: CUENCA HIDROGRÁFICA O.D.T.06. P.K. 11+000	ESCALA: 1/5.000 0m 100m 200m	PLANO: 02 Hoja: 4 de 4

ANEJO Nº06: PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 06: PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

1. Introducción 01

2. Diseño de la plataforma y la superestructura 01
- **2.1. Consideraciones generales** 01
- **2.2. Tipologías de superestructura** 02

3. Tráfico de diseño 02
- **3.1. Metodología** 02
- **3.2. Tráfico calculado** 03

4. Vía sobre balasto 03
- **4.1. Dimensionamiento de las capas de asiento** 03
  - 4.1.1. *Plataforma y capa de forma* 03
  - 4.1.2. *Subbase* 04
- **4.2. Superestructura** 05
  - 4.2.1. *Balasto* 05
  - 4.2.2. *Traviesas* 06
  - 4.2.3. Carril 06
  - 4.2.4. Aparatos de desvío 06

5. Vía en placa 06
- **5.1. Descripción general** 06
- **5.2. Tipos de sistemas de vía en placa** 07
- **5.3. Solución de vía en placa** 07

6. Sección tipo empleada 07
- 6.1. Sección tipo de obras de tierra 07

1. INTRODUCCIÓN:

La nueva línea de Alta Velocidad es una infraestructura ferroviaria de elevadas prestaciones integrada por diferentes componentes coherentemente diseñados entre sí. Entre estos elementos que la conforman, la plataforma y la superestructura juegan un papel fundamental para garantizar un adecuado comportamiento del sistema durante su explotación en el rango de las velocidades a largo plazo.

Las características de la plataforma y de la vía han sido definidas en el presente estudio de manera gradual y con creciente nivel de detalle a lo largo de las fases que lo componen. La concepción de la plataforma partirá, en primer lugar, del número de vías que deberá soportar la plataforma así como de las prestaciones que deberá ofrecer, particularmente en lo relativo al tipo de tráfico.

Para la elección de los distintos elementos constitutivos de la superestructura, así como la determinación de los valores o parámetros básicos empleados en el diseño y cálculo de la misma, se recurre a lo establecido en las actuales normas vigentes para el diseño de ferrocarriles.

2. DISEÑO DE LA PLATAFORMA Y LA SUPERESTRUCTURA:

En este punto del anejo se profundiza en la definición de la sección tipo analizando las tipologías de superestructura necesarias para el correcto diseño de la plataforma.

Para ello, en primer lugar es conveniente contemplar una serie de consideraciones generales de interacción entre la superestructura y la capa de forma sobre la que ésta apoya.

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES:

La vía está sometida a acciones verticales y horizontales provocadas por la circulación de los trenes. Teóricamente, sólo debería soportar los esfuerzos verticales procedentes del peso de los vehículos y los transversales debidos a la fuerza centrífuga que éstos ejercen en las alineaciones curvas. En la práctica, tales esfuerzos quedan aumentados por diferentes causas que pueden llegar a duplicarlos. Entre ellas existen:

- El imprescindible juego de la vía
- El ángulo de ataque de la rueda al carril.
- Las irregularidades que se producen en el perfil y la planta de la vía.
- Las oscilaciones que adquieren las partes suspendidas de los vehículos.
- El peralte en las curvas no adecuado a las diferentes velocidades de los distintos tipos de tráfico.
- El deslizamiento de las llantas de las ruedas de los vehículos sobre los carriles.
- El rozamiento de las llantas sobre los carriles (que hacen posible el avance de los trenes).
- Los rozamientos y acciones de las pestañas de las ruedas sobre dichos carriles.
- Las deformaciones del carril por las fluctuaciones de temperatura.

La banqueta de balasto tiene como finalidad repartir las cargas verticales sobre la plataforma y absorber los esfuerzos horizontales impidiendo el desplazamiento de la vía, tanto longitudinal como transversalmente. Para cumplir estos fines, el balasto que la constituye debe estar bien consolidado, además de poseer unas características adecuadas, y la propia banqueta debe de estar dotada de dimensiones suficientemente amplias, pero no excesivas, dado el coste del balasto y el sobreprecio que supone aumentar la plataforma para alojarla.

Las dimensiones de la banqueta y resto de capas que componen la subbase dependen de una serie de factores, entre los que destacan:

- Las características de los suelos que constituyen la plataforma, en el tramo de vía considerado.
- Las características de la plataforma como conjunto.
- Las condiciones climatológicas de la zona de ubicación de la plataforma.
- El armamento de la vía.
- Las características del tráfico en el tramo considerado.

En el diseño de la sección tipo de la plataforma ferroviaria que se proyecta, se han conjugado las necesidades derivadas de la explotación de una línea de nueva implantación en un entorno de gran extensión con la necesidad de convivencia con

servicios de mercancías y de pasajeros por la red existente, que se mantendrá operativa para principalmente ofrecer servicios de transporte de mercancías en las estaciones y apeaderos existentes.

2.2. TIPOLOGÍAS DE SUPERESTRUCTURA:

A lo largo de la traza se han planteado diferentes tipologías de superestructura que se dimensionan en el presente anejo:

- Vía sobre balasto: Empleada con carácter general en las obras de tierra.
- Vía sobre balasto empleada en los viaductos para salvar a desnivel cruces con otras infraestructuras o cauces.

La composición del tráfico previsible y los condicionantes geométricos impuestos por el territorio son los dos factores principales que condicionan el diseño de la superestructura.

En el *Documento número 2: Planos* se incluyen detalles de las secciones tipo ferroviarias utilizadas en el anteproyecto.

3. TRÁFICO DE DISEÑO:

3.1. METODOLOGÍA:

La norma *"UIC 714 – Classification of lines for the purpose of track maintenance"* clasifica el tráfico soportado por una línea ferroviaria, según las toneladas/día/sentido de circulación, en diferentes *"Grupos de Tráfico".*

Así, propone definir el tráfico $\mathcal{T}_{\mathit{ff}}$ para cada línea y vía en función de la siguiente expresión:

$$\mathcal{T}_{\mathit{ff}} = \mathcal{S}_v * \left(\mathcal{T}_v + \mathcal{K}_t * \mathcal{T}_{t_v}\right) + \mathcal{S}_m * \left(\mathcal{K}_m * \mathcal{T}_m + \mathcal{K}_t * \mathcal{T}_{t_m}\right)$$

Expresando cada una de las variables:

$\mathcal{T}_v$ = Tonelaje medio diario de los coches de viajeros en la vía. *(Toneladas brutas remolcadas)*.

$\mathcal{T}_{t_v}$ = Tonelaje medio diario de las locomotoras que arrastran los coches de viajeros. *(Toneladas).*

$\mathcal{K}_t$ = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia en la agresividad sobre la vía en las locomotoras de viajeros.

$\mathcal{T}_m$ = Tonelaje medio diario de los vagones de mercancías. *(Toneladas brutas remolcadas)*.

$\mathcal{T}_{t_m}$ = Tonelaje medio diario de las locomotoras que arrastran los trenes de mercancías.

$\mathcal{K}_m$ = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la carga y de los ejes de mercancías en la agresividad sobre la vía.

Dado que la línea proyectada está destinada para el tráfico exclusivo de pasajeros, los últimos tres coeficientes son nulos. Por consiguiente, en relación con la fórmula empleada, el coeficiente $\mathcal{S}_m$ también será nulo.

El coeficiente $\mathcal{S}_v$ pretende incorporar el efecto de la velocidad de cada tren. Se adoptan los siguientes valores:

$\mathcal{S}_v$ = 1,00	v ≤ 60 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,05	60 km/h < v ≤ 80 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,15	80 km/h < v ≤ 100 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,25	100 km/h < v ≤ 130 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,35	130 km/h < v ≤ 160 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,40	160 km/h < v ≤ 200 km/h
$\mathcal{S}_v$ = 1,45	200 < v ≤ 250 km/h

A partir del tráfico ficticio $\mathcal{T}_{\mathit{ff}}$ obtenido, la UIC clasifica las líneas de cada vía en los siguientes seis grupos:

Grupo 1	130.000 t/día ≤ $\mathcal{T}_f$
Grupo 2	80.000 t/día ≤ $\mathcal{T}_f$ < 130.000 t/día
Grupo 3	40.000 t/día ≤ $\mathcal{T}_f$ < 80.000 t/día
Grupo 4	20.000 t/día ≤ $\mathcal{T}_f$ < 40.000 t/día
Grupo 5	5.000 t/día ≤ $\mathcal{T}_f$ < 20.000 t/día
Grupo 6	$\mathcal{T}_f$ < 5.000 t/día

Por norma general, se adopta un valor $\mathcal{K}_t$ = 1,40

3.2. TRÁFICO CALCULADO:

Partiendo de las circunstancias registradas en la actualidad, se ha realizado una prognosis de tráfico estimando los incrementos que la construcción de la nueva infraestructura provocará razonablemente, debidos a la mejora de la calidad del servicio en términos de disponibilidad, frecuencia y tiempos de recorrido.

Este incremento en los servicios se ha traducido en tráfico ficticio mediante el método propuesto por la UIC y descrito en el apartado anterior.

Para determinar la categoría de tráfico ficticio se ha tomado el segmento de la actuación que resulta con más carga de tráfico en todo el ámbito de estudio. Adoptando como tráfico de cálculo el número de servicios actualmente vigente y considerando este material hallamos el valor del tráfico ficticio según la relación indicada anteriormente con los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
$\mathcal{S}_v$	1,45
$\mathcal{T}_v$	2.500 t
$\mathcal{K}_t$	1,40
$\mathcal{T}_{t_v}$	7.500 t
$\mathcal{S}_m = \mathcal{K}_m = \mathcal{T}_m = \mathcal{T}_{t_m}$	0,00

Obteniendo el siguiente resultado:

$\mathcal{T}_f$ = 1.45 * (1.4 * 7.500 + 2.500) = **18.850 t/día** → **Grupo 5**

4. VÍA SOBRE BALASTO:

4.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAPAS DE ASIENTO:

Un aspecto determinante del diseño previo de una infraestructura ferroviaria es el adecuado dimensionamiento de las capas de asiento en el caso de la vía sobre balasto (capas de balasto, subbalasto y coronación de plataforma).

En el caso de construcción de una nueva infraestructura, se aplicará el método de dimensionado establecido por la *ficha UIC-719*, que permitirá definir los espesores y características de las capas de subbalasto y balasto en función de las características de la nueva plataforma.

Dicha ficha, en la que se ha basado el proyecto de las nuevas líneas españolas, establece el espesor necesario de capas de asiento en función de la calidad de la plataforma, el tipo de tráfico soportado (según la clasificación de la *ficha UIC 714*), el tipo de traviesa elegida, la carga máxima por eje y la velocidad máxima de circulación.

El establecimiento de estos espesores se basa en ábacos de dimensionado de plataformas propuestos por la ORE, confeccionados a partir de modelos de elementos finitos de cálculo de tensiones en la plataforma y asientos en el carril.

4.1.1. PLATAFORMA Y CAPA DE FORMA:

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a la capa de asiento, a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente.

Está formada por el propio terreno, cuando se trata de un desmonte, o por suelos de aportación, constituyendo un terraplén en el relleno de una depresión.

La plataforma debe quedar rematada por una capa de terminación, llamada también capa de forma, provista de pendientes transversales para la evacuación de las aguas pluviales.

En los desmontes la capa de forma se obtiene por compactación del fondo de la excavación, cuando los suelos son adecuados, o por aportación de suelos de mejor calidad, que los sustituyen en una profundidad mínima de un metro, cuando no lo son.

Sobre esta capa de terminación se disponen las capas de asiento integradas por una subbase y, como remate, la banqueta de balasto.

La clasificación de la plataforma precisa de la estimación de la calidad del suelo que la forma y de la capacidad portante de la misma en su conjunto.

Se distinguen en este sentido cuatro categorías atendiendo a su capacidad portante y su aptitud como plataforma:

- QS0: Suelos inadecuados para realizar las capas subyacentes a la de forma.
- QS1: Suelos malos, aceptables cuando se dispone de un buen drenaje.
- QS2: Suelos medios.
- QS3: Suelos buenos.

En función de la calidad del suelo que constituye la capa de forma y del espesor de ésta, se distinguen las siguientes clases de plataforma:

- P1: Plataforma de mala capacidad portante (CBR ≤ 5).
- P2: Plataforma de capacidad portante media (5 < CBR ≤ 20).
- P3: Plataforma de capacidad portante buena (CBR > 20).

El espesor de la capa de forma para obtener una determinada capacidad portante se muestra en la siguiente tabla:

ESPESOR MÍNIMO DE LA CAPA DE FORMA			
CALIDAD DEL SUELO SOPORTE	CAPACIDAD DE CARGA EN LA PLATAFORMA	CAPA DE FORMA PARA OBTENER LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PLATAFORMA	
		CALIDAD DEL SUELO	ESPESOR MÍNIMO (m)
QS1	P2	Suelo fino tratado con ligantes	0,30
	P2	QS2	0,55
	P2	QS3	0,40
	P3	QS3	0,60
QS2	P2	QS2	--
	P3	QS3	0,40
QS3	P3	QS3	--

Para los trazados ferroviarios nuevos se proyecta, mediante sustitución del terreno natural, una explanada tipo P3 y se utilizará para la formación de capa de forma la clase de suelo QS3. Por lo tanto, los espesores que resultarán para la capa de forma variarán entre 0 (calidad de suelo QS3), cuarenta centímetros (calidad de suelo QS2) y sesenta centímetros (calidad de suelo QS1).

La calidad del suelo a lo largo de la traza queda reflejada en el *Anejo número 3: Geología y geotecnia* del presente anteproyecto. En este caso, debido a todos los condicionantes expuestos en dicho Anejo y dimensionando la plataforma del lado de la seguridad se considera un espesor para la capa de forma de cuarenta centímetros.

4.1.2. SUBBASE:

Las capas de la subbase se disponen entre la banqueta de balasto y la capa de forma de modo que se asegure el buen comportamiento de la vía férrea desde el punto de vista de su rigidez, alineación, nivelación y drenaje.

Consiste en una capa de subbalasto que debe estar formada por una grava arenosa bien graduada, con algún porcentaje de elementos finos para que sea compactable, no se desligue bajo el tráfico de las máquinas durante la obra, sea insensible al hielo y proteja la plataforma de la erosión de las aguas de lluvia. Es conveniente que lleve un porcentaje no inferior al 30 por 100 de piedra procedente de machaqueo.

El cálculo de espesores de las distintas capas se basa en la formulación de la norma *UIC 719*, en la que se calculan conjuntamente los espesores de la capa de balasto y de la subbase. En este caso, al tratarse de una línea de nuevo diseño, el espesor mínimo de balasto bajo traviesa en eje de carril se ha establecido en treinta centímetros, con lo que del cálculo se obtiene el espesor del resto de capas que forman la subbase.

Según la norma citada anteriormente la fórmula es la siguiente:

$$e = \mathcal{E} + a + b + c + d + f$$

Cuyos parámetros son:

- $\mathcal{E}$ depende de la clase de plataforma. Para plataforma P3, $\mathcal{E}$ = 0,45 m.

- a = 0, ya que se considera categoría de tráfico de grupo 5.
- b = -0,05 al ser traviesas de hormigón.
- $c = d = f = 0$ para un dimensionamiento normal.

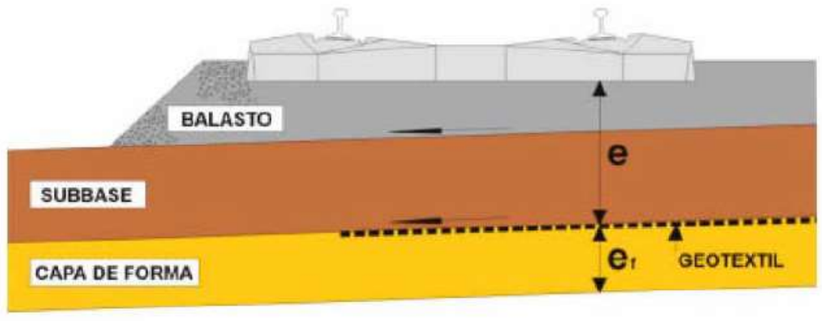
Por lo tanto, según la fórmula anteriormente citada obtenemos:

$$e = 0{,}45 - 0{,}05 = \textbf{0,40 metros}$$

El espesor mínimo de la capa de subbalasto debe de ser la mitad del espesor total e. Cuando el espesor de la banqueta de balasto deba ser superior a la mitad de e, dicho espesor ha de ser aumentado en la cantidad que corresponda.

Al disponer una banqueta de balasto de treinta centímetros, la capa de subbalasto deberá tener un espesor de veinte centímetros como mínimo (la mitad del espesor calculado e). En proyectos similares para línea de Alta Velocidad se adopta como espesor para la capa de subbalasto treinta centímetros quedando de esta forma del lado de la seguridad. Por lo tanto, el espesor de las capas de asiento suma sesenta centímetros.

A continuación, se muestra un esquema de espesores de las capas de asiento:



4.2. SUPERESTRUCTURA:

La superestructura sobre balasto, queda conformada por los siguientes elementos:

1. Balasto.
2. Traviesas.
3. Carril.
4. Aparatos de vía.
5. Sujeciones y elementos de unión.

4.2.1. BALASTO:

El balasto se dimensionará conforme a la normativa vigente prestando especial atención a los elementos aciculares, la resistencia al desgaste, el espesor de elementos granulares y las características geométricas, debiendo ser silícea la naturaleza del mismo.

El espesor del balasto será el que garantice de manera conjunta e integrada las siguientes funciones primordiales:

- Amortiguar las acciones que ejercen los vehículos sobre la vía al transmitirlas a la plataforma.
- Repartir uniformemente estas acciones sobre dicha plataforma.
- Impedir el desplazamiento de la vía estabilizándola en dirección vertical, longitudinal y transversal.
- Facilitar la evacuación de las aguas.
- Proteger los suelos de la plataforma contra la acción de las heladas.
- Establecer un aislamiento eléctrico entre los carriles.
- Permitir la recuperación de la geometría de la vía mediante operaciones de alineación y nivelación.
- Optimizar unas adecuadas condiciones de rodadura considerando asimismo los factores de mantenimiento y conservación de la vía.

En todo caso, al tratarse de una línea de Alta Velocidad, el espesor de balasto no será inferior a treinta centímetros bajo traviesa en eje de carril.

4.2.2. TRAVIESAS:

Las funciones principales que deberán desempeñar las traviesas son:

- Servir de soporte a los carriles asegurando su separación e inclinación.
- Repartir sobre el balasto las cargas verticales y horizontales transmitidas por los carriles.
- Conseguir y mantener la estabilidad de la vía, en los planos horizontal y vertical, frente a los esfuerzos estáticos del peso propio, los dinámicos debidos al paso de los trenes y los procedentes de las variaciones de temperatura.
- Mantener, si es posible por sí misma, el aislamiento eléctrico entre los dos hilos del carril cuando la línea posea circuitos de señalización.
- Ofrecer características aislantes para que las corrientes parásitas, procedentes de la electrificación, no perjudiquen las instalaciones situadas en el entorno de la vía.

Para esta vía se ha previsto una traviesa polivalente PR-01 de tipo monobloque de hormigón pretensado para anchos de vía internacional e Ibérico.

Las traviesas incorporarán una suela de material elastomérico en los bloques técnicos de los viaductos, en una longitud de tres metros más dos veces la altura del estribo, a cada lado de las juntas de la estructura.

4.2.3 CARRIL:

El carril es del tipo 60 E1, incluso aparatos de vía, que llega a obra en forma de barras largas de 288 metros conformadas a partir de siete soldaduras eléctricas de ocho barras simples de treinta y seis metros de longitud. Una vez en vía se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

Las principales funciones del carril serán:

- Absorber, resistir y transmitir a las traviesas los esfuerzos recibidos del material motor y móvil, así como los de origen térmico. Estos esfuerzos pueden ser verticales, transversales y longitudinales.
- Guiar el material circulante con la máxima continuidad tanto en planta como en alzado.
- Servir de elemento conductor para el retorno de la corriente.
- Servir de conductor para las corrientes de señalización de los circuitos de vía.

4.2.3. APARATOS DE DESVÍO:

Para proporcionar todos los movimientos necesarios en todas y cada una de las alternativas consideradas, se proyectan los aparatos de desvío necesarios. Se consideran también los aparatos de desvío que conectan vías proyectadas con tramos de vías existentes que deben quedar en servicio.

Para el montaje de los aparatos se seguirán los siguientes pasos:

1. Colocación del desvío en su posición definitiva.
2. Enlace del desvío con la nueva vía.
3. Instalación de los accionamientos y los comprobadores.
4. Descarga del balasto necesario para abrigar las traviesas.
5. Estabilización y soldadura del mismo.
6. Liberación de tensiones.

De forma conjunta con el resto de vía sobre balasto, se realizará la segunda nivelación, segunda estabilización controlada y el perfilado final.

5. VÍA EN PLACA:

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL:

Además de disminuir los costes de mantenimiento, la vía en placa presenta las siguientes ventajas sobre la vía en balasto:

- Asegura unas condiciones de geometría invariable y de tolerancias muy estrictas de la vía exigibles por las nuevas líneas de Alta Velocidad.

- Resuelve el problema de la escasez y gran rechazo medioambiental de las canteras de balasto.
- Posibilita la utilización de áridos marginales o reciclados para la placa de hormigón.
- Es posible reducir altura total del paquete de vía en túneles.
- Reduce el peso total de la superestructura en puentes.
- En largas rasantes en pendiente, ante estaciones de parada obligatoria, se suelen complementar los frenos de disco con el freno por corrientes de Foucault, provocando el calentamiento de los carriles, que puede acarrear a largo plazo problemas de inestabilidad en una vía convencional sobre balasto.
- En algunos sistemas de vía en placa, la propia superestructura puede servir como vía de evacuación y como vía de acceso de los vehículos de socorro por el interior del túnel. (Sistemas de carril embebido).

Como desventajas está su mayor coste, mayor dificultad de ejecución y una mayor dificultad de reposición en caso de avería, que por otra parte, es menos frecuente que sobre vía en balasto.

5.2. TIPOS DE SISTEMAS DE VÍA EN PLACA:

Los sistemas de vía en placa más utilizados son los siguientes:

- Sistemas de losas flotantes.
- Sistemas de placa continúa construida in situ.
- Sistemas de vía en placa con traviesas (Rheda, Rheda 2000, Stedef, Getrad).
- Vía en placa con bloques prefabricados aislados (Edilon, LTV).
- Vía en placa con carril embebido continuo.

5.3. SOLUCIÓN DE VÍA EN PLACA:

Con carácter general, no se prevé la utilización de vía en placa en el ámbito de este proyecto. Sin embargo se considera útil incluir en el presente anejo las particularidades generales de los sistemas de vía en placa, por si en el transcurso del expediente de proyecto de detalle y construcción se considera adecuado incluir secciones constructivas basadas en alguno de estos sistemas.

6. SECCIÓN TIPO EMPLEADA:

A lo largo de la traza se han proyectado, como se ha justificado en el presente anejo, diferentes configuraciones de la superestructura buscando en todo caso la solución óptima combinando el coste de construcción y mantenimiento. En general se ha optado por una solución en balasto, la más habitual en línea.

A continuación se indican algunos parámetros de la sección tipo de obras de tierra proyectada, cuya representación gráfica se adjunta en los planos de detalle de sección tipo del *Documento número 2: Planos* del presente anteproyecto.

6.1. SECCIÓN TIPO DE OBRAS DE TIERRA:

Para las obras de tierra la tipología de superestructura empleada será de vía en balasto. Las características geométricas destacables de la sección tipo en obras de tierra son las siguientes:

- Ancho de vía: 1.435 milímetros
- Hombro de balasto: 1,10 metros
- Pendiente de balasto: 3H:2V
- Espesor de balasto: 30 centímetros bajo traviesa
- Pendiente de las capas de asiento: 5%
- Ancho de plataforma: 14 metros
- Espesor de capa de subbalasto: 30 centímetros
- Espesor de capa de forma: 40 centímetros

ANEJO Nº07: TRAZADO

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 07: TRAZADO

1. Introducción 01

2. Condicionantes de la zona de actuación 01

3. Criterios de diseño 01

3.1. Trazado en planta 01

3.2. Trazado en alzado 02

3.3. Sección transversal 03

4. Planeamiento y disponibilidad de terrenos 03

5. Descripción del trazado 04

5.1. Tramo 1: Estación FFCC - Louzaneta 04

5.2. Tramo 2: Louzaneta – O Corgo 04

Apéndice 01: *Listado de alineaciones* 08

Apéndice 02: *Estado de rasantes* 14

Apéndice 03: *Puntos singulares en planta y alzado* 17

Apéndice 04: *Resumen de mediciones por eje* 21

Apéndice 05: *Cotas rojas, desbroces, zonas ocupadas y diagrama de masas* 24

1. INTRODUCCIÓN:

El presente anejo describe el trazado de Alta Velocidad de todas las actuaciones comprendidas en este tramo, exponiéndose los condicionantes y criterios de diseño considerados, y justificándose los parámetros geométricos y funcionales adoptados.

Al final del anejo se incluyen también los listados correspondientes al trazado en planta y alzado y que reflejan los cálculos analíticos realizados.

2. CONDICIONANTES DE LA ZONA DE ACTUACIÓN:

En primer lugar, la **orografía** de la zona se puede considerar ondulada en prácticamente toda su extensión en el área de actuación, lo cual permite el diseño de pendientes suaves y trazas relativamente homogéneas.

La ciudad de Lugo se encuentra en una colina rodeada por el río Miño y los regatos Rato y Chanca. La diferencia de altitud entre el centro de la ciudad y las márgenes fluviales es de cierta consideración, ya que mientras en el centro la altitud es de 465 metros sobre el nivel del mar, en el Miño, a la altura del Paseo Fluvial, la altitud es de 364 metros.

Más allá de la ciudad, ubicado en el sector oriental de la comarca de Lugo, el relieve se caracteriza por una extensa zona de erosión o penillanura. La mayoría del territorio es de naturaleza granítica. Esto deriva en una topografía ondulada, con una altitud media entre los 400 y 500 metros, que se mantiene a través del municipio de O Corgo.

En cuanto a la **hidrografía**, la presencia del río Miño al este actúa como un gran condicionante geográfico a la hora del diseño. Además, el conjunto de sus paisajes, tanto rurales como urbanos, se encuentran enmarcados desde el año 2002 en la *Reserva de la Biosfera "Terras do Miño".* Por todo esto, la zona de actuación posee una densidad fluvial moderada, destacando los cauces fluviales de San Mamede y Chamoso, los cuales poseen márgenes fluviales con pendientes muy pronunciadas, las cuales obligan el diseño de estructuras tipo viaducto.

Otro factor importante a tener en cuenta, es la **infraestructura civil** presente en la zona. El trazado existente de la Autovía A-6, junto a la línea de ferrocarril actual, que discurren prácticamente de forma paralela a través del lado oeste de nuestra zona de actuación, es un gran condicionante a la hora del diseño del trazado.

Especial interés muestran los enlaces de conexión existentes entre la Autovía A-54 dirección Santiago, la carretera LU-546 dirección Monforte y la Nacional VI dirección Lugo con la Autovía A-6 cerca del pueblo de Nadela.

En cuanto a los **condicionantes ambientales**, existen diferentes tipos de suelo en la zona de estudio, obtenidos del Plan de Ordenación Territorial del municipio de Lugo y O Corgo, respectivamente.

El tramo común del nuevo trazado de Alta Velocidad ocupa suelos urbanos durante prácticamente el kilómetro inicial, al tratarse más bien de una adaptación de la vía ferroviaria existente. Tras el desvío situado en Louzaneta, la solución adoptada ocupa suelos rústicos de valor ambiental bajo en la mayor parte del recorrido a través del municipio de Lugo.

A excepción del núcleo urbano de Lugo y otros pueblos de tamaño medio como Nadela y O Corgo, existen un número bajo de **asentamientos poblacionales** formados por un número bajo de viviendas esparcidos aleatoriamente por todo el territorio.

3. CRITERIOS DE DISEÑO:

Se definen los parámetros básicos de diseño del trazado de nueva construcción, tanto en planta como en alzado, según las *Instrucciones y recomendaciones para la redacción de proyectos de plataforma IGP – 3* en su última revisión del año 2011.

La velocidad de proyecto se establece en 240 km/h.

3.1. TRAZADO EN PLANTA:

El trazado en planta está referido a un único eje en doble vía, habilitado para ambos sentidos de circulación y formado por once alineaciones.

Según establece la *IGP – 3 v2011*, para la velocidad de proyecto de 240 km/h, el radio mínimo normal de trazado en planta será de 3.100 metros, común para todas las alineaciones, con valores de peralte en torno a 65 milímetros.

Los radios amplios favorecen el desarrollo de altas velocidades sin tener que recurrir a peraltes elevados, lo cual favorece enormemente la buena conservación de la plataforma ferroviaria, con la consiguiente reducción de los costes de explotación.

A continuación se incluyen las recomendaciones *IGP – 3 v2011* normales y excepcionales para velocidades comprendidas entre 200 y 250 km/h con el fin de poder calcular con exactitud el cumplimiento en casos límites:

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA II - PARÁMETROS FUNCIONALES PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:		$V_{Máx}$ (km/h) < 140		140 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 200		200 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 250		250 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 300		300 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) ≤350	
TRAZADO EN PLANTA	**Fórmulas**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**
MÁX. INSUF. DEL PERALTE $I_{Máx}$ (mm)	$(11,85\ V_{Máx}^2 / R) - D$	100	130	100	150	80	100	70	80	60	65
MÁX. AC. SIN COMPENSAR $a_{q\,Máx}$ (m/s^2)	$(V_{Máx}^2 / 12,96\ R) - D / 153,62$	0,65	0,85	0,65	0,98	0,52	0,65	0,46	0,52	0,39	0,42
MÁX. EXCESO DE PERALTE ($V_{Máx}$ DE TRENES LENTOS) $E_{Máx}$ (mm)	$D - (11,85\ V_{Máx}^2 / R)$	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
MÁX. VAR. PERALTE CON TIEMPO $[dD/dt]_{Máx}$ (mm/s)	$(V_{Máx} / 3,6) \cdot (D / L)$	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50
MÁX. VAR. ÁNGULO DE GIRO DE LA VÍA $[d\vartheta/dt]_{Máx}$ (rad/s)	$(V_{Máx} / 3,6) \cdot (D / 1507) / L$	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033
MÁX. VAR. INSUF. CON EL TIEMPO $[dI/dt]_{Máx}$ (mm/s)	$(I / L) \cdot (V_{Máx} / 3,6)$	30	55	30	55	30	50	30	50	30	50
MÁX. VAR. AC. NO COMP. CON EL TIEMPO $[da_q/dt]_{Máx}$ (m/s^3)	$(a_q / L) \cdot (V_{Máx} / 3,6)$	0,20	0,36	0,20	0,36	0,20	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA III - PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:		$V_{Máx}$ (km/h)<140		140≤$V_{Máx}$(km/h)<200		200≤$V_{Máx}$(km/h)<250		250≤$V_{Máx}$(km/h)<300		300 < $V_{Máx}$ (km/h) <350	
TRAZADO EN PLANTA		**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**
PERALTE MÁXIMO $D_{Máx}$ (mm)		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
MÁX. VAR. PERALTE RESP. DE LA LONGITUD (Rampa de peralte) $[dD/dl]_{Máx}$ (mm/m)		0,8	2,0	0,8	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
LONGITUD MÍNIMA DE ALINEACIONES DE CURVATURA CONSTANTE (m)	CURVA CIRCULAR	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE IGUAL SIGNO DE CURVATURA	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE DISTINTO SIGNO DE CURVATURA (puede ser cero)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2

3.2. TRAZADO EN ALZADO:

El trazado en alzado está definido por un único eje en doble vía. A efectos de aplicación del IGP – 3 v2011, el valor máximo de inclinación normal de la rasante se aproximará a pendientes del 25‰ y 30‰ en casos excepcionales al tratarse de una vía general destinada al tráfico de viajeros.

El trazado de Alta Velocidad está formado por un conjunto de siete rasantes con pendientes máximas y mínimas de 20‰ y 9‰, respectivamente.

Los parámetros mínimos normales en acuerdos verticales del tramo a diseñar son de 21.000 metros.

A continuación se adjuntan las tablas de comprobación del *IGP – 3 v2011* de parámetros normales y excepcionales del trazado en alzado:

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA II - PARÁMETROS FUNCIONALES PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima de proyecto:		$V_{Máx}$ (km/h) < 140		140 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 200		200 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 250		250 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) < 300		300 ≤ $V_{Máx}$ (km/h) ≤350	
TRAZADO EN ALZADO	**Fórmulas**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**	**Normal**	**Excepc.**
MÁX ACELERACIÓN VERTICAL $a_{v\,Máx}$ (m/s^2)	$V_{Máx}^2 / 12,96\ R_v$	0,22	0,31	0,22	0,31	0,22	0,35	0,22	0,39	0,22	0,44

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

TABLA III - PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO

TRAZADO EN ALZADO			Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁX.	Vía general. Tráfico de viajeros	$i_{Máx}$ (‰)	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
	Vía general. Tráfico mixto		15	18	15	18	15	18	15	18	15	18
	En apartaderos		2	3,5	2	3,5	2	3,5	2	3,5	2	3,5
PENDIENTE LONG. MÍNIMA EN TÚNELES Y TRINCHERAS		$i_{mín}$ (‰)	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2
LONGITUD MÍN. DE ACUERDOS VERTICALES		(m)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
LONGITUD MÍN. DE RASANTE UNIFORME ENTRE ACUERDOS		(m)	≥$V_{Máx}$ / 3	≥ $V_{Máx}$ / 4	≥$V_{Máx}$ / 2	≥ $V_{Máx}$ / 3	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2	≥$V_{Máx}$ / 1,5	≥ $V_{Máx}$ / 2
LONGITUD MÁX. DE RASANTE CON LA PENDIENTE MÁXIMA (*)		(m)	3000		3000		3000		3000		3000	

(*) Para pendientes inferiores a la máxima admisible justificar que la pérdida de velocidad no supera el 10% de las velocidades máxima y mínima de circulación.

Finalmente se muestra un resumen de los parámetros geométricos básicos adoptados para nuestro trazado y extraídos de la normativa empleada**:**

adif — SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

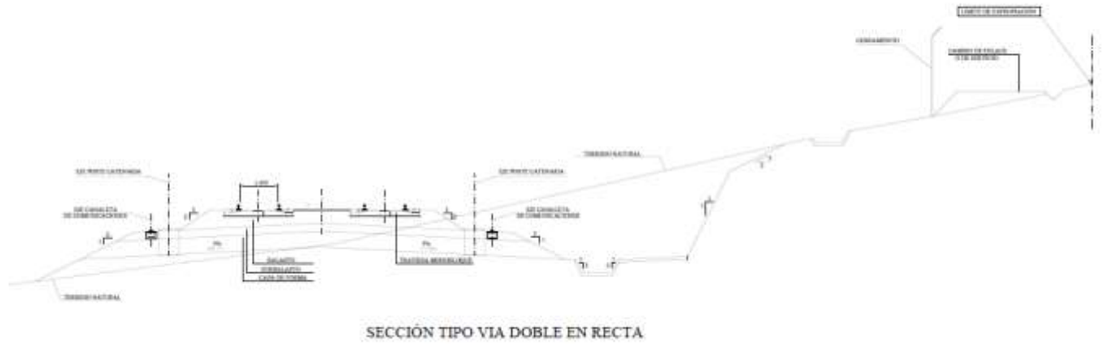
TABLA IV - GEOMETRÍA DEL TRAZADO PARA DISTINTAS VELOCIDADES

Velocidad máxima de proyecto (km/h)	Velocidad mínima admisible de trenes lentos (km/h)	Radio mínimo curva circular (m)		Longitud mínima de clotoide (m)		Parámetro mínimo en acuerdos verticales (m)	
		Normal	*Excepcional*	Normal	*Excepcional*	Normal	*Excepcional*
140	75	1.000	750	190	160	7.000	5.000
150	80	1.125	900	200	160	8.000	5.900
160	85	1.275	1.000	210	160	9.000	6.300
170	90	1.450	1.110	220	160	10.000	7.100
180	95	1.600	1.250	240	160	11.500	8.000
190	100	1.800	1.400	250	170	12.500	8.900
200	105	2.200	1.850	280	180	15.000	8.900
210	110	2.400	2.050	280	190	16.000	9.600
220	115	2.600	2.200	290	200	17.000	10.600
230	120	2.850	2.450	300	210	19.000	11.500
240	125	3.100	2.650	320	220	21.000	12.600
250	135	3.550	3.100	330	230	22.000	12.600
260	140	3.850	3.350	340	240	24.000	13.600
270	145	4.150	3.600	350	240	26.000	14.300
280	150	4.450	3.900	370	250	28.000	15.400
290	155	4.750	4.200	380	260	30.000	16.500
300	165	5.350	4.750	390	270	32.000	16.500
310	170	5.700	5.100	410	280	34.000	17.000
320	175	6.100	5.400	420	290	36.000	18.000
330	180	6.500	5.750	430	300	39.000	20.000
340	185	6.850	6.100	450	310	41.000	21.000
350	190	7.250	6.500	460	320	45.000	25.000

3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL:

Se dispone doble vía con ancho internacional (1.435 mm) según las recomendaciones del *IGP – 3 v2011*. En el *Anejo número 6: Plataforma y Superestructura* se pueden consultar las características de la sección transversal.

A continuación se muestra la sección tipo empleada para obras de tierra en doble vía:



SECCIÓN TIPO VIA DOBLE EN RECTA

4. PLANEAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS:

Con el fin de evitar un aumento considerable del presupuesto final se pretende evitar las expropiaciones de bienes inmuebles. Del mismo modo, también se evita en gran medida el uso de suelos urbanizables, además de evitar posibles efectos barrera una vez fuesen ocupados en un futuro próximo. Queda totalmente prohibida la construcción en espacio protegido, por lo que de este modo, el trazado de las alternativas no puede introducirse sobre este tipo de suelo.

La ocupación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros anteriormente expuestos afecta a una superficie de 629.548,44 m^2, de los cuales 560.298,26 m^2 (89,00 %) corresponden a terrenos catalogados como suelo rural y 69.250,18 m^2 (11,00 %) como suelos urbanizados.

El desglose de las superficies objeto de ocupación se detalla, por municipios, en el siguiente cuadro de clases del suelo:

Término Municipal	Suelo Rural (m^2)	Suelo Urbanizado (m^2)	Total (m^2)
Lugo	321.069,85 m^2	56.659,21 m^2	**377.729,06 m^2**
O Corgo	239.228,41 m^2	12.590,97 m^2	**251.819,38 m^2**
		TOTAL	**629.548,44 m^2**

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO:

5.1. TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC – LOUZANETA:

El trazado nace en la estación de ferrocarril de Lugo, situada al sur de la ciudad, diferenciándose desde el punto de vista ingenieril dos tramos únicos, situados en la transición entre la vía convencional y el nuevo trazado de Alta Velocidad.

El primer tramo del recorrido parte desde la estación de ferrocarril en vía única convencional, diseñada en ancho ibérico con una velocidad de proyecto de 80 km/h.

Con el fin de adaptar la vía actual con el nuevo trazado de Alta Velocidad, se decide disponer doble vía de ancho mixto hasta el punto de conexión de ambos trazados, situado a una distancia aproximada de 1,6 kilómetros desde la estación, próximo a Louzaneta.

Conectado a través de un desvío, cuyo diseño no es objeto de este anteproyecto, se desarrolla el segundo tramo del recorrido, con una traza característica según cada alternativa y diseñado en doble vía y ancho internacional con una velocidad de proyecto de 240 km/h.

El punto final se sitúa a 100 metros de la vía actual, a una distancia aproximada de cuatro kilómetros del pueblo de O Corgo, con el fin de facilitar la puesta en funcionamiento de la nueva vía mientras se van ejecutando los distintos trazados del nuevo corredor.

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC - LOUZANETA		
Longitud total		1.595 m
Superficie de expropiación		49.316,88 m^2
Estructuras		
Viaducto 1		280 m
	TOTAL	**280 m**
Pasos Superiores		1
Pasos Inferiores		1
Diagrama de masas		
Desmonte		103.290,20 m^3
Terraplén		6.891,11 m^3
	TOTAL	**96.399,09 m^3**

Pasos Superiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1	P.K. 0+970	149,76 m^2

Pasos Inferiores	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1	P.K. 0+120	115,68 m^2

5.2. TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO:

Tras el desvío de Louzaneta, con poco más de doce kilómetros de longitud, discurre ininterrumpidamente a través del margen izquierdo de la línea de ferrocarril existente la nueva construcción de Alta Velocidad, sin cortar el trazado de la misma en ningún punto.

La traza, con una representación muy suave y homogénea, está compuesta por radios mínimos normales de 3.100 metros de longitud. De especial interés es la zona de intersección del trazado con los enlaces que unen la Autovía A-54 dirección oeste hacia Santiago y la carretera LU-546 dirección sur hacia Monforte con la Autovía A-6 cerca del pueblo de Nadela. Debido a la proximidad de la población y la infraestructura civil existente en la zona, es necesario que la traza discurra a través de dichos enlaces mediante pasos superiores en torno al P.K. 5+200 permitiendo gálibos verticales de aproximadamente doce metros, una solución similar a la adoptada para el trazado de la Nacional VI en la misma zona.

En alzado, la nueva línea está diseñada con unas pendientes comprendidas entre 9‰ y 20‰, valores inferiores a los límites normales impuestos por la normativa, si bien la inexistencia de cruces con grandes infraestructuras tales como el ferrocarril o la Autovía han permitido una mayor flexibilidad a la hora del diseño de las rasantes al no existir limitaciones de gálibos verticales, en este caso, dicha alternativa presenta un mayor número de alineaciones con máximas pendientes, con el fin de reducir al máximo el volumen de tierra excavada. Del mismo modo, dicho trazado presenta parámetros de acuerdos verticales amplios con valores mínimos normales en torno a los 21.000 metros.

Al igual que la alternativa anterior, debido a la moderada hidrografía presente en la zona de actuación y el gran desnivel existente en las principales cuencas fluviales del terreno, es necesario disponer dos viaductos con longitudes de 570 y 370 metros de longitud sobre los ríos San Mamede y Chamoso respectivamente. Además, con el fin de disminuir al máximo la longitud de dichas estructuras, se diseñan con alturas máximas de estribo de 12 metros y vanos equidistantes de treinta metros de longitud en ambos casos.

La presencia de un terreno ondulado ha permitido el diseño de desmontes con alturas de hasta veinticinco metros sobre el eje, compensados con terraplenes con alturas máximas de 15 metros. Debido a todos estos condicionantes, no se han diseñado estructuras subterráneas tipo túnel debido a la inexistencia de coberturas de tierra de más de treinta metros necesarias para la estabilidad de la obra en sí y las limitaciones de diseño debidas a la imposición por normativa de una pendiente longitudinal mínima de 5‰.

La imposibilidad de diseño de este tipo de estructuras aumenta considerablemente el volumen de exceso de tierras resultante de la obra, que asciende a una cantidad aproximada de 245.000 metros cúbicos.

Asimismo, prácticamente toda la totalidad del trazado discurre a través de suelos rústicos. En puntos singulares, la traza también afecta a suelos urbanizables, sobre todo en el municipio de Lugo.

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

Longitud total	12.300 m
Superficie de expropiación	580.231,56 m^2
Superficie de despeje y desbroce	437.017,97 m^2
Estructuras	
Viaducto 1	570 m
Viaducto 2	370 m
TOTAL	**940 m**
Pasos Superiores	12
Pasos Inferiores	10
O.D.T.	6
Diagrama de masas	
Desmonte	1.524.768,34 m^3
Terraplén	1.278.928,40 m^3
TOTAL	**245.839,94 m^3**

** **R.P.:** *Reposición de caminos*

PASOS SUPERIORES

Paso Superior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Superior 1 **(R.P)**	P.K. 0+215	155,70 m^2
Paso Superior 2 **(R.P)**	P.K. 0+525	160,32 m^2
Paso Superior 3	P.K. 2+200	236,43 m^2
Paso Superior 4 **(R.P)**	P.K. 2+620	267,48 m^2
Paso Superior 5	P.K. 3+240	152,52 m^2
Paso Superior 6 **(R.P)**	P.K. 4+380	363,00 m^2
Paso Superior 7	P.K. 4+660	435,00 m^2
Paso Superior 8	P.K. 4+800	243,45 m^2
Paso Superior 9	P.K. 5+160	1.049,88 m^2
Paso Superior 10	P.K. 5+520	389,40 m^2
Paso Superior 11	P.K. 5+740	942,60 m^2
Paso Superior 12 **(R.P)**	P.K. 9+200	221,94 m^2

PASOS INFERIORES

Paso Inferior	P.K. Inicial	Superficie (m^2)
Paso Inferior 1 **(R.P)**	P.K. 0+800	111,36 m^2
Paso Inferior 2	P.K. 1+360	104,52 m^2
Paso Inferior 3	P.K. 1+880	94,50 m^2
Paso Inferior 4 **(R.P)**	P.K. 6+300	130,32 m^2
Paso Inferior 5 **(R.P)**	P.K. 6+850	139,86 m^2
Paso Inferior 6 **(R.P)**	P.K. 7+100	226,08 m^2
Paso Inferior 7	P.K. 8+350	221,04 m^2
Paso Inferior 8 **(R.P)**	P.K. 9+810	75,00 m^2
Paso Inferior 9	P.K. 10+400	117,96 m^2

Paso Inferior 10	P.K. 10+850	317,16 m^2

O.D.T.	
Paso Inferior	**P.K. Inicial**
O.D.T.1	P.K. 0+350
O.D.T.2	P.K. 1+100
O.D.T.3	P.K. 1+800
O.D.T.4	P.K. 6+700
O.D.T.5	P.K. 8+280
O.D.T.6	P.K. 11+000

APÉNDICE 01: *Listado de alineaciones*

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC - LOUZANETA

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	617.120	0.000	618215.643	4763659.352			140.3592	0.8056881	-0.5923400
	CLOT.	60.463	617.120	618712.849	4763293.807		159.000	140.3592	618712.849	4763293.807
2	CIRC.	217.841	677.583	618762.401	4763259.185	-418.121		135.7561	618985.088	4763613.071
	CLOT.	60.463	895.424	618968.093	4763195.296		159.000	102.5882	619028.541	4763195.752
3	RECTA	178.758	955.887	619028.541	4763195.752			97.9852	0.9994992	0.0316425
	CLOT.	70.330	1134.645	619207.209	4763201.409		160.000	97.9852	619207.209	4763201.409
4	CIRC.	255.149	1204.975	619277.510	4763201.370	364.000		104.1354	619253.881	4762838.138
	CLOT.	70.330	1460.124	619506.205	4763100.489		160.000	148.7598	619553.633	4763048.597
5	RECTA	64.669	1530.453	619553.633	4763048.597			154.9099	0.6505230	-0.7594865
			1595.122	619595.701	4762999.482			154.9099		

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC - LOUZANETA

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	618215.643285	4763659.35176	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	618225.875991	4763651.82870									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-418.120631	159.000000	159.000000	159.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	619107.394854	4763198.24863	0.000000	159.000000	159.000000	159.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619169.040923	4763200.20025									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	364.000000	160.000000	160.000000	160.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	619586.674465	4763010.02073	0.000000	160.000000	160.000000	160.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619595.701400	4762999.48177									

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

LISTADO DE ALINEACIONES

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	1646.986	0.000	619596.076	4762999.046			155.4506	0.6440491	-0.7649842
	CLOT.	320.000	1646.986	620656.816	4761739.127		1000.000	155.4506	620656.816	4761739.127
2	CIRC.	307.851	1966.986	620858.681	4761490.879	3125.000		158.7101	618368.235	4759603.208
	CLOT.	320.000	2274.837	621032.264	4761236.784		1000.000	164.9816	621190.117	4760958.470
3	RECTA	1378.787	2594.837	621190.117	4760958.470			168.2411	0.4784312	-0.8781250
	CLOT.	320.000	3973.624	621849.771	4759747.723		1000.000	168.2411	621849.771	4759747.723
4	CIRC.	253.484	4293.624	622007.624	4759469.409	-3125.000		164.9816	624671.653	4761102.986
	CLOT.	320.000	4547.108	622148.745	4759258.925		1000.000	159.8177	622346.261	4759007.203
5	RECTA	568.225	4867.108	622346.261	4759007.203			156.5582	0.6306434	-0.7760727
	CLOT.	320.005	5435.333	622704.608	4758566.220		996.000	156.5582	622704.608	4758566.220
6	CIRC.	911.055	5755.338	622902.091	4758314.467	3100.000		159.8440	620398.610	4756486.195
	CLOT.	320.005	6666.393	623324.361	4757510.880		996.000	178.5536	623419.673	4757205.438
7	RECTA	2174.229	6986.398	623419.673	4757205.438			181.8394	0.2814126	-0.9595869
	CLOT.	320.005	9160.627	624031.528	4755119.076		996.000	181.8394	624031.528	4755119.076
8	CIRC.	1214.598	9480.632	624126.840	4754813.634	-3100.000		178.5536	627052.591	4755838.320
	CLOT.	320.005	10695.230	624739.835	4753774.063		996.000	153.6104	624960.984	4753542.822
9	RECTA	414.750	11015.235	624960.984	4753542.822			150.3246	0.7034921	-0.7107031

	CLOT.	320.005	11429.985	625252.757	4753248.058		996.000	150.3246	625252.757	4753248.058
10	CIRC.	634.572	11749.990	625473.906	4753016.818	3100.000		153.6104	623161.150	4750952.561
	CLOT.	320.005	12300.000	625845.230	4752503.597		996.000	166.6421	625995.695	4752221.216
11	RECTA	40.051	12704.567	625995.695	4752221.216			169.9279	0.4549991	-0.8904919
			12744.618	626013.918	4752185.550			169.9279		

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

LISTADO DE ALINEACIONES

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etiq	Clave
FIJA-2P+R	619596.075811	4762999.04551	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	619596.118602	4762998.99468									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	620988.106539	4761329.24517	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	621514.009560	4760363.98908									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3125.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	621896.540293	4759560.63145	0.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	623078.426764	4758106.19657									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	623146.300637	4758137.60767	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	623960.126873	4755362.54758									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	624413.235599	4754096.18498	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	624946.064389	4753557.89450									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	3100.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	625856.101722	4752604.30718	0.000000	996.000000	996.000000	996.000000	0.000000	50.000000	0.000000	0	0
	626058.442502	4752208.30013									

APÉNDICE 02: *Estado de rasantes*

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC - LOUZANETA

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					25.192	421.968				
-3.444116	403.812	30000.000	920.011	418.886	718.105	419.581	1121.918	420.908	0.679	1.346
10.016292							1595.122	425.648		

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					1.120	425.649				
19.990000	999.500	25000.000	1965.830	464.923	1466.080	454.933	2465.580	454.933	4.995	-3.998
-19.990000	859.570	21500.000	4023.516	423.790	3593.731	432.382	4453.301	432.382	4.296	3.998
19.990000	237.600	21600.000	4593.181	435.178	4474.381	432.803	4711.981	436.246	0.327	-1.100
8.990000	482.580	21000.000	6381.437	451.254	6140.147	449.085	6622.727	447.879	1.386	-2.298
-13.990000	849.500	25000.000	8205.491	425.736	7780.741	431.678	8630.241	434.227	3.608	3.398
19.990000	1139.400	30000.000	9641.388	454.439	9071.688	443.051	10211.088	444.190	5.409	-3.798
-17.990000							12718.412	399.084		

APÉNDICE 03: *Puntos singulares en planta y alzado*

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC – LOUZANETA

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	618215.643	4763659.352	422.055	427.831
617.120	Planta	618712.849	4763293.807	419.929	418.930
677.583	Peralte	618762.401	4763259.185	419.721	420.000
718.105	Alzado	618797.690	4763239.297	419.581	423.147
895.424	Peralte	618968.093	4763195.296	419.495	420.000
955.887	Peralte	619028.541	4763195.752	419.705	425.000
1121.918	Alzado	619194.488	4763201.006	420.908	425.000
1134.645	Planta	619207.209	4763201.409	421.036	425.000
1204.975	Peralte	619277.510	4763201.370	421.740	424.051
1460.124	Peralte	619506.205	4763100.489	424.296	429.277
1530.453	Planta	619553.633	4763048.597	425.000	428.107
1595.122	Peralte	619595.701	4762999.482	425.648	425.859

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

PUNTOS SINGULARES DE LA PLANTA Y EL ALZADO

PK	PUNTO	X	Y	Cota Rasante	Cota Terreno
0.000	Planta	619596.076	4762999.046	425.626	425.862
1466.080	Alzado	620540.303	4761877.518	454.933	451.435
1646.986	Planta	620656.816	4761739.127	457.895	453.323
1966.986	Planta	620858.681	4761490.879	459.928	459.378
2274.837	Planta	621032.264	4761236.784	458.019	460.000
2465.580	Alzado	621127.960	4761071.802	454.933	460.000
2594.837	Planta	621190.117	4760958.470	452.350	460.000
3593.731	Alzado	621668.019	4760081.317	432.382	395.000
3973.624	Peralte	621849.771	4759747.723	428.144	413.096
4293.624	Peralte	622007.624	4759469.409	429.783	444.682
4453.301	Alzado	622094.535	4759335.478	432.382	444.648
4474.381	Alzado	622106.516	4759318.134	432.803	445.030
4547.108	Peralte	622148.745	4759258.925	434.134	447.125
4711.981	Alzado	622248.915	4759127.984	436.246	445.191
4867.108	Peralte	622346.261	4759007.203	437.640	444.664
5435.333	Planta	622704.608	4758566.220	442.749	462.051

5755.338	Peralte	622902.091	4758314.467	445.626	463.840
6140.147	Alzado	623109.193	4757990.435	449.085	446.370
6622.727	Alzado	623309.638	4757551.988	447.879	435.573
6666.393	Peralte	623324.361	4757510.880	447.268	434.263
6986.398	Planta	623419.673	4757205.438	442.791	433.375
7780.741	Alzado	623643.211	4756443.197	431.678	433.046
8630.241	Alzado	623882.271	4755628.028	434.227	441.479
9071.688	Alzado	624006.500	4755204.421	443.051	453.551
9160.627	Planta	624031.528	4755119.076	444.697	455.000
9480.632	Peralte	624126.840	4754813.634	448.439	454.510
10211.088	Alzado	624446.906	4754158.913	444.190	438.430
10695.230	Peralte	624739.835	4753774.063	435.481	422.013
11015.235	Peralte	624960.984	4753542.822	429.724	415.843
11429.985	Peralte	625252.757	4753248.058	422.262	411.749
11749.990	Peralte	625473.906	4753016.818	416.506	408.333

APENDICE 04: *Resumen de mediciones por eje*

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC - LOUZANETA

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	10.426,70
Firme	24.899,50
Subbalasto	6.973,70
Revestimiento cuneta	368,80
Desmonte tierra	103.290,20
Terraplén	6.981,11
Balasto	7.499,20

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

RESUMEN DE MEDICIONES POR EJE

Material	Volumen
Capa de forma	81.489,00
Firme	192.371,00
Subbalasto	54.464,90
Revestimiento cuneta	1.857,60
Desmonte tierra	1.524.768,34
Terraplén	1.278.928,40
Balasto	56.418,70

APÉNDICE 05: *Cotas rojas, desbroces, zonas ocupadas por la explanada y diagrama de masas*

TRAMO 1: ESTACIÓN FFCC – LOUZANETA

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
20.000	-5.845	11.444	11.848	0.000	0.000	0.000	0.00
40.000	-4.411	10.690	12.011	459.930	474.820	0.000	2585.80
60.000	-0.341	8.522	11.634	888.507	926.939	0.000	4179.79
80.000	0.035	10.467	10.878	1303.530	1354.566	0.000	4936.19
100.000	-1.062	10.683	11.047	1734.288	1787.108	0.000	5751.21
120.000	-2.159	10.896	11.270	2173.250	2227.624	0.000	6986.64
140.000	-3.246	11.115	11.487	2620.932	2676.861	0.000	8657.52
160.000	-3.456	11.042	11.656	3073.938	3132.698	0.000	10593.07
180.000	-3.890	11.202	11.663	3529.567	3591.554	0.000	12661.36
200.000	-1.997	10.843	11.257	3979.209	4043.322	0.000	14431.94
220.000	2.065	8.800	8.800	4376.206	4265.285	176.305	15040.65
240.000	4.542	8.800	8.800	4728.206	4265.285	529.095	14416.22
260.000	7.565	8.800	8.800	5080.206	4265.285	882.143	12816.50
280.000	7.395	8.800	8.800	5432.206	4265.285	1276.718	10350.34
280.000	7.395	8.800	8.800	5432.206	4265.285	1276.718	10350.34
300.000	20.419	8.800	8.800	5784.206	4265.285	1276.718	10350.34
320.000	22.440	8.800	8.800	6136.206	4265.285	1276.718	10350.34
340.000	25.109	8.800	8.800	6488.206	4265.285	1276.718	10350.34
360.000	25.464	8.800	8.800	6840.206	4265.285	1276.718	10350.34
380.000	25.746	8.800	8.800	7192.206	4265.285	1276.718	10350.34
400.000	25.677	8.800	8.800	7544.206	4265.285	1276.718	10350.34
420.000	25.940	8.800	8.800	7896.206	4265.285	1276.718	10350.34
440.000	26.306	8.800	8.800	8248.206	4265.285	1276.718	10350.34

460.000	26.671	8.800	8.800	8600.206	4265.285	1276.718	10350.34
480.000	25.886	8.800	8.800	8952.206	4265.285	1276.718	10350.34
500.000	23.305	8.800	8.800	9304.206	4265.285	1276.718	10350.34
520.000	16.655	8.800	8.800	9656.206	4265.285	1276.718	10350.34
540.000	6.685	8.800	8.800	10008.206	4265.285	1276.718	10350.34
560.000	3.685	8.800	8.800	10360.206	4265.285	1276.718	10350.34
560.000	3.685	8.800	8.800	10360.206	4265.285	1276.718	10350.34
580.000	2.840	9.747	11.826	10751.939	4265.285	1679.509	9555.93
600.000	2.133	10.427	11.989	11191.836	4332.249	2063.154	9131.43
600.000	2.133	10.427	11.989	11191.836	4332.249	2063.154	9131.43
617.120	0.999	10.838	10.409	11565.600	4497.006	2279.564	9140.57
620.000	1.033	10.885	9.977	11626.237	4532.986	2305.439	9174.09
640.000	0.752	11.105	10.673	12052.632	4880.711	2393.984	9605.72
660.000	-0.219	11.295	10.962	12492.982	5340.772	2393.984	10463.37

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
677.583	-0.279	11.837	10.907	12888.608	5780.902	2393.984	11697.15
680.000	-0.287	11.847	11.057	12943.774	5844.992	2393.984	11905.53
700.000	-1.272	11.877	11.457	13406.156	6388.014	2393.984	13720.99
720.000	-3.805	11.920	11.377	13872.474	6937.981	2393.984	15672.42
740.000	-4.057	11.986	11.720	14342.508	7495.171	2393.984	17765.59
760.000	-4.623	12.042	11.756	14817.548	8065.453	2393.984	20013.08
780.000	-4.485	12.092	11.763	15294.081	8641.814	2393.984	22343.63
800.000	-3.612	12.128	11.767	15771.581	9224.157	2393.984	24666.93
820.000	-2.382	12.106	11.769	16249.274	9812.084	2393.984	26947.72
840.000	-0.591	12.099	11.767	16726.680	10411.376	2393.984	29189.28
860.000	-0.572	12.042	11.764	17203.398	11020.574	2393.984	31384.89
880.000	-0.539	12.045	11.757	17679.471	11632.622	2393.984	33541.87
895.424	-0.505	12.014	11.750	18046.302	12103.268	2393.984	35177.36
900.000	-0.494	12.008	11.748	18155.027	12242.075	2393.984	35653.82
920.000	-2.307	11.956	11.736	18629.509	12813.277	2393.984	37964.79
940.000	-4.871	11.921	11.722	19102.864	13323.038	2393.984	40618.74
955.887	-5.295	11.894	11.586	19477.188	13702.216	2393.984	42817.64
960.000	-5.277	11.884	11.607	19573.785	13799.292	2393.984	43387.75
980.000	-4.567	11.825	11.297	20039.921	14268.287	2393.984	45989.06
1000.000	-4.109	11.766	11.182	20500.620	14732.383	2393.984	48334.40
1020.000	-2.679	11.519	10.882	20954.107	15190.016	2393.984	50301.06
1040.000	-2.357	11.433	10.825	21400.702	15640.930	2393.984	51905.68
1060.000	-3.386	11.583	11.053	21849.651	16093.510	2393.984	53646.10
1080.000	-4.482	11.697	11.474	22307.732	16554.282	2393.984	55803.37
1100.000	-4.303	11.673	11.510	22771.284	17019.299	2393.984	58184.57

1120.000	-4.111	11.656	11.472	23234.392	17483.167	2393.984	60541.81
1134.645	-3.964	11.635	11.443	23572.731	17822.145	2393.984	62223.08
1140.000	-3.911	11.624	11.432	23696.253	17945.905	2393.984	62827.80
1160.000	-3.710	11.571	11.392	24156.434	18406.928	2393.984	65029.33
1180.000	-3.510	11.476	11.351	24614.334	18865.463	2393.984	67129.42
1200.000	-2.793	11.388	11.075	25067.241	19319.220	2393.984	69016.53
1204.975	-2.311	11.366	10.939	25178.601	19431.037	2393.984	69425.26
1220.000	-1.588	11.276	10.673	25511.062	19765.983	2393.984	70471.64
1240.000	-0.535	11.034	10.480	25945.709	20204.519	2393.984	71492.20
1260.000	0.556	10.726	7.400	26342.122	20603.369	2393.984	72082.27
1280.000	1.128	10.560	8.674	26715.724	20978.006	2393.984	72350.27
1300.000	1.509	7.137	9.438	27073.815	21224.587	2506.304	72420.24

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
1320.000	1.900	8.571	10.052	27425.798	21287.654	2795.906	72318.77
1340.000	2.381	9.222	10.723	27811.478	21296.878	3173.039	72072.50
1360.000	1.645	8.299	9.156	28185.471	21325.497	3519.107	71888.33
1380.000	-0.892	10.983	10.719	28577.040	21575.942	3665.325	72316.58
1400.000	-1.306	11.554	11.434	29023.954	22041.452	3665.325	73561.78
1420.000	-3.251	12.476	11.870	29497.310	22566.005	3665.325	75828.73
1440.000	-4.444	12.830	11.830	29987.387	23134.698	3665.325	79047.43
1460.000	-4.971	12.790	11.790	30479.803	23707.715	3665.325	82676.82
1460.123	-4.982	12.790	11.790	30482.827	23711.223	3665.325	82700.02
1460.124	-4.982	12.790	11.790	30482.851	23711.252	3665.325	82700.21
1480.000	-5.505	12.750	11.750	30970.618	24259.981	3665.325	86334.43
1500.000	-5.305	12.318	11.710	31455.912	24772.701	3665.325	89577.74
1520.000	-3.997	11.624	11.565	31928.081	25252.857	3665.325	92220.55
1530.453	-3.106	11.323	11.153	32166.743	25493.815	3665.325	93304.77
1540.000	-2.637	11.007	10.892	32378.564	25707.275	3665.325	94074.40
1560.000	-0.258	10.795	10.724	32812.735	26143.178	3665.325	95147.54
1580.000	-0.280	10.828	10.585	33242.045	26573.057	3665.325	95869.47
1595.122	-0.211	10.820	10.567	33565.657	26897.210	3665.325	96399.07

TRAMO 2: LOUZANETA – O CORGO

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
0.000	-0.235	13.056	11.618	0.000	0.000	0.000	0.00
20.000	-0.438	13.214	11.843	497.310	498.134	0.000	811.22
40.000	-1.116	13.865	12.310	1009.625	1011.377	0.000	1816.66
60.000	-1.228	14.827	11.910	1538.736	1542.694	0.000	3024.65
80.000	-1.733	17.048	11.623	2092.812	2103.545	0.000	4449.96
100.000	-1.853	18.597	12.111	2686.600	2709.878	0.000	6162.57
120.000	-1.975	19.353	14.023	3327.445	3368.325	0.000	8180.17
140.000	-1.816	19.373	14.425	3999.190	4067.014	0.000	10450.07
160.000	-4.280	18.052	14.504	4662.734	4749.363	0.000	13050.20
180.000	-2.937	16.267	14.067	5291.637	5381.085	0.000	15537.33
200.000	-2.732	16.120	13.645	5892.632	5983.915	0.000	17594.14
220.000	-1.924	15.723	12.669	6474.216	6568.173	0.000	19391.35
240.000	-1.435	15.366	12.011	7031.911	7129.562	0.000	20869.96
260.000	-0.934	14.718	11.603	7568.888	7670.423	0.000	22105.41
280.000	-0.207	13.623	11.136	8079.695	8184.313	0.000	23045.20
300.000	0.408	12.792	7.366	8528.871	8635.591	0.000	23658.19
320.000	1.158	11.693	8.888	8936.256	9026.856	17.495	23974.38
340.000	1.624	7.334	9.653	9311.934	9262.446	158.541	24029.35
360.000	2.084	8.244	10.408	9668.321	9326.590	451.688	23889.06
380.000	2.635	9.241	11.722	10064.468	9343.974	831.728	23562.60
400.000	1.984	9.592	10.105	10471.068	9343.974	1241.635	23236.93
420.000	-1.418	12.299	11.677	10907.794	9587.957	1441.099	23602.13
440.000	-2.113	15.292	12.815	11428.623	10117.454	1441.099	24931.73

460.000	-3.272	17.246	13.994	12022.091	10717.120	1441.099	26953.77
480.000	-3.648	17.066	14.218	12647.322	11345.518	1441.099	29367.59
500.000	-3.029	16.376	13.720	13261.118	11961.916	1441.099	31682.79
520.000	-1.645	14.612	12.971	13837.902	12540.397	1441.099	33467.62
540.000	-1.509	14.923	12.390	14386.855	13091.030	1441.099	34871.54
560.000	-0.546	14.028	11.452	14914.781	13621.430	1441.099	36018.92
580.000	0.651	12.856	8.384	15381.982	14091.254	1441.099	36677.32
600.000	1.177	12.327	9.642	15814.083	14447.173	1520.121	36968.71
620.000	1.389	12.057	9.786	16252.208	14705.241	1703.035	37117.31
640.000	1.252	11.936	9.401	16684.009	14951.323	1891.061	37245.94
660.000	1.196	11.835	9.129	17107.015	15230.522	2036.570	37402.66
680.000	1.044	11.967	8.806	17524.374	15586.500	2099.354	37596.16
700.000	1.154	11.876	9.030	17941.153	15957.255	2146.763	37798.24
720.000	1.580	7.116	9.738	18318.756	16170.929	2311.964	37861.25

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
740.000	2.199	8.406	10.662	18677.984	16232.623	2610.582	37702.73
760.000	2.670	9.224	11.286	19073.771	16244.416	2995.563	37351.25
780.000	3.479	10.435	12.495	19508.185	16244.416	3430.849	36734.98
800.000	3.860	11.486	12.123	19973.577	16244.416	3896.726	35866.99
820.000	2.858	10.331	10.838	20421.352	16244.416	4344.679	35141.49
840.000	2.537	9.805	10.994	20841.027	16244.416	4764.702	34677.09
860.000	2.898	10.003	11.166	21260.705	16244.416	5184.783	34200.09
880.000	3.247	10.395	12.421	21700.559	16244.416	5625.228	33570.91
900.000	3.623	10.941	13.312	22171.253	16244.416	6096.928	32744.67
920.000	4.044	11.511	14.542	22674.318	16244.416	6601.579	31678.34
940.000	4.383	12.018	16.488	23219.908	16244.416	7150.201	30346.46
960.000	4.771	12.717	20.457	23836.701	16244.416	7775.382	28576.14
980.000	5.145	13.247	22.442	24525.329	16244.416	8481.149	26227.67
1000.000	5.566	13.851	22.906	25249.787	16244.416	9225.336	23505.95
1020.000	6.076	14.561	22.471	25987.675	16244.416	9978.007	20592.34
1040.000	6.478	14.946	19.591	26703.367	16244.416	10701.783	17691.59
1060.000	6.808	15.482	17.940	27382.954	16244.416	11384.043	14939.67
1080.000	7.197	15.932	18.634	28062.830	16244.416	12064.816	12111.25
1100.000	7.589	16.435	19.615	28768.994	16244.416	12772.111	8999.29
1120.000	7.997	16.972	20.497	29504.200	16244.416	13508.742	5573.67
1140.000	8.408	17.557	21.202	30266.484	16244.416	14272.603	1829.97
1160.000	8.825	16.958	22.504	31048.689	16244.416	15060.968	-2115.10
1180.000	9.081	14.050	23.658	31820.391	16244.416	15850.880	-5982.00
1200.000	9.647	13.099	29.124	32619.703	16244.416	16681.731	-10200.16
1220.000	10.030	13.699	29.309	33472.009	16244.416	17569.847	-15063.71

1240.000	10.440	14.299	24.358	34288.645	16244.416	18420.838	-19821.60
1260.000	8.781	14.898	22.025	35044.438	16244.416	19204.830	-24035.43
1280.000	7.693	15.498	20.571	35774.359	16244.416	19949.156	-27674.88
1300.000	7.029	14.581	18.711	36467.965	16244.416	20647.847	-30712.10
1320.000	6.270	13.853	16.810	37107.516	16244.416	21289.796	-33215.93
1340.000	5.602	13.413	14.885	37697.134	16244.416	21880.625	-35229.81
1360.000	4.199	12.547	12.985	38235.439	16244.416	22419.834	-36695.31
1380.000	3.213	10.996	11.620	38716.919	16244.416	22901.894	-37620.74
1400.000	3.612	11.596	11.596	39175.000	16244.416	23360.113	-38383.16
1420.000	4.012	12.196	12.196	39650.840	16244.416	23835.953	-39319.29
1440.000	4.412	12.795	12.795	40150.668	16244.416	24335.781	-40450.45
1460.000	3.952	12.659	11.841	40651.583	16244.416	24836.963	-41568.51

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
1480.000	2.456	10.086	9.645	41093.903	16244.416	25279.572	-42243.64
1500.000	1.689	7.993	9.242	41463.564	16279.454	25614.340	-42450.25
1520.000	2.107	8.669	10.064	41823.237	16319.425	25934.382	-42592.71
1540.000	2.423	9.124	10.612	42207.927	16324.358	26314.605	-42870.68
1560.000	2.795	9.609	11.262	42614.001	16324.358	26721.219	-43285.71
1580.000	3.175	10.086	11.953	43043.108	16324.358	27150.968	-43858.99
1600.000	3.567	10.618	12.609	43495.773	16324.358	27604.363	-44603.36
1620.000	3.966	11.136	13.312	43972.519	16324.358	28081.919	-45532.22
1640.000	4.464	11.769	14.200	44476.694	16324.358	28587.029	-46683.05
1646.986	4.572	11.931	14.382	44659.315	16324.358	28770.003	-47139.15
1660.000	4.799	12.282	14.684	45005.998	16324.358	29117.325	-48045.96
1680.000	5.212	12.869	15.339	45557.737	16324.358	29670.019	-49612.31
1700.000	5.701	13.532	16.163	46136.766	16324.358	30250.046	-51434.13
1720.000	6.108	14.104	16.772	46742.485	16324.358	30856.795	-53518.97
1740.000	6.548	14.732	17.505	47373.626	16324.358	31488.977	-55865.31
1760.000	6.971	15.385	18.005	48029.905	16324.358	32146.244	-58486.59
1780.000	6.843	15.214	17.886	48694.809	16324.358	32812.085	-61202.66
1800.000	6.888	15.480	17.756	49358.170	16324.358	33476.274	-63896.99
1820.000	6.793	15.339	17.441	50018.331	16324.358	34137.096	-66574.64
1840.000	6.513	15.288	16.198	50660.994	16324.358	34780.152	-69102.31
1860.000	5.682	14.471	14.965	51270.209	16324.358	35389.470	-71272.57
1880.000	4.796	13.184	13.821	51834.607	16324.358	35953.931	-72962.24
1900.000	3.867	11.649	12.413	52345.272	16324.358	36464.696	-74170.42
1920.000	2.873	10.160	10.861	52796.104	16324.358	36915.643	-74913.49
1940.000	1.854	8.625	9.371	53186.275	16334.465	37295.823	-75235.85

1960.000	0.886	11.498	7.299	53554.204	16532.619	37465.736	-75178.10
1966.986	0.550	11.866	11.247	53700.596	16679.068	37465.736	-75061.80
1980.000	-0.076	12.123	11.915	54007.415	16985.956	37465.736	-74707.92
2000.000	-0.095	12.143	12.143	54490.658	17469.220	37465.736	-74032.49
2020.000	-0.130	12.178	12.178	54977.074	17955.636	37465.736	-73334.89
2040.000	-0.182	12.229	12.229	55465.224	18443.786	37465.736	-72618.27
2060.000	-0.249	12.297	12.297	55955.746	18934.308	37465.736	-71875.52
2080.000	-0.332	12.380	12.380	56449.280	19427.842	37465.736	-71099.42
2100.000	-0.432	12.479	12.479	56946.468	19925.030	37465.736	-70282.58
2120.000	-0.547	12.595	12.595	57447.950	20426.512	37465.736	-69417.47
2140.000	-0.678	12.726	12.726	57954.365	20932.927	37465.736	-68496.42
2160.000	-0.826	12.873	12.873	58466.354	21444.916	37465.736	-67511.49

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
2180.000	-0.989	13.037	13.037	58984.556	21963.118	37465.736	-66454.54
2200.000	-1.168	13.216	13.216	59509.612	22488.174	37465.736	-65317.11
2220.000	-1.364	13.411	13.411	60042.162	23020.724	37465.736	-64090.49
2240.000	-1.575	13.623	13.623	60582.846	23561.408	37465.736	-62765.63
2260.000	-1.802	13.850	13.850	61132.302	24110.864	37465.736	-61333.15
2274.837	-1.981	14.029	14.029	61545.943	24524.504	37465.736	-60195.45
2280.000	-2.046	14.093	14.093	61691.139	24669.700	37465.736	-59783.76
2300.000	-2.305	14.353	14.353	62260.063	25238.624	37465.736	-58106.27
2320.000	-2.580	14.628	14.628	62839.683	25818.244	37465.736	-56290.55
2340.000	-2.872	14.920	14.920	63430.639	26409.200	37465.736	-54325.51
2360.000	-3.179	15.227	15.227	64033.570	27012.131	37465.736	-52199.58
2380.000	-3.502	15.550	15.550	64649.115	27627.676	37465.736	-49900.69
2400.000	-3.842	15.890	15.890	65277.915	28256.476	37465.736	-47416.20
2420.000	-4.197	16.245	16.245	65920.611	28899.172	37465.736	-44732.89
2440.000	-4.568	16.616	16.616	66577.841	29556.402	37465.736	-41836.97
2460.000	-4.956	17.004	17.004	67250.247	30228.808	37465.736	-38713.99
2480.000	-5.355	17.403	17.403	67938.385	30916.946	37465.736	-35350.18
2500.000	-5.755	17.803	17.803	68642.501	31621.063	37465.736	-31736.07
2520.000	-6.154	18.203	18.203	69362.612	32341.174	37465.736	-27865.70
2540.000	-6.554	18.603	18.603	70098.718	33077.280	37465.736	-23733.31
2560.000	-6.954	19.002	19.002	70850.818	33829.380	37465.736	-19333.15
2580.000	-7.354	19.402	19.402	71618.910	34597.472	37465.736	-14659.47
2594.837	-7.650	19.699	19.699	72199.052	35177.614	37465.736	-11012.34
2600.000	-7.754	19.802	19.802	72402.995	35381.556	37465.736	-9706.80
2620.000	-8.153	20.202	20.202	73203.071	36181.632	37465.736	-4468.86

2640.000	-8.553	20.602	20.602	74019.140	36997.702	37465.736	1059.86
2660.000	-8.953	21.001	21.001	74851.202	37829.764	37465.736	6885.10
2680.000	-9.353	21.401	21.401	75699.254	38677.816	37465.736	13012.57
2700.000	-9.753	21.801	21.801	76563.300	39541.862	37465.736	19448.10
2720.000	-10.152	22.201	22.201	77443.338	40421.900	37465.736	26197.41
2740.000	-10.552	22.601	22.601	78339.366	41317.928	37465.736	33266.21
2760.000	-10.952	23.000	23.000	79251.386	42229.948	37465.736	40660.31
2780.000	-11.352	23.400	23.400	80179.398	43157.960	37465.736	48385.44
2800.000	-11.752	23.800	23.800	81123.404	44101.966	37465.736	56447.41
2820.000	-12.151	24.200	24.200	82083.402	45061.964	37465.736	64851.93
2840.000	-12.551	24.600	24.600	83059.390	46037.952	37465.736	73604.71
2860.000	-12.939	24.690	24.918	84047.460	47026.050	37465.736	82678.65

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
2880.000	-12.182	23.928	24.474	85027.565	48006.318	37465.736	91579.46
2900.000	-11.687	23.129	24.223	85985.112	48964.273	37465.736	99922.88
2920.000	-11.302	22.480	24.039	86923.821	49903.626	37465.736	107877.37
2940.000	-10.979	22.175	23.838	87849.144	50829.679	37465.736	115579.62
2960.000	-10.800	21.977	23.636	88765.409	51746.624	37465.736	123093.93
2980.000	-10.607	21.729	23.425	89673.076	52654.942	37465.736	130441.13
3000.000	-10.394	21.547	23.213	90572.220	53554.740	37465.736	137620.66
3020.000	-9.915	21.258	22.862	91461.026	54444.173	37465.736	144549.28
3040.000	-9.344	20.727	22.213	92331.626	55315.342	37465.736	151075.40
3060.000	-8.703	20.038	21.595	93177.357	56161.633	37465.736	157125.76
3080.000	-8.120	19.406	21.108	93998.827	56983.760	37465.736	162721.65
3100.000	-7.648	18.640	20.628	94796.642	57782.456	37465.736	167913.29
3120.000	-7.226	18.211	20.407	95575.505	58562.467	37465.736	172787.55
3140.000	-6.983	18.035	19.950	96341.537	59329.621	37465.736	177433.68
3160.000	-6.801	17.796	19.703	97096.376	60085.466	37465.736	181917.13
3180.000	-6.851	18.024	19.600	97847.602	60837.556	37465.736	186350.69
3200.000	-6.716	18.166	19.278	98598.280	61588.758	37465.736	190758.75
3220.000	-6.403	17.972	18.939	99341.834	62332.613	37465.736	195025.82
3240.000	-6.104	17.670	18.549	100073.130	63064.148	37465.736	199089.50
3260.000	-5.368	16.389	18.121	100780.414	63772.056	37465.736	202810.37
3280.000	-3.338	14.537	16.291	101433.784	64426.465	37465.736	205706.80
3300.000	-1.403	12.589	14.367	102011.616	65005.423	37465.736	207514.98
3320.000	0.622	7.367	12.221	102477.051	65471.879	37465.736	208345.70
3338.000	2.519	11.142	9.062	102835.175	65648.547	37647.999	208331.75
3338.000	2.519	8.800	8.800	102835.175	65648.547	37647.999	208331.75

3340.000	2.747	8.800	8.800	102870.375	65648.547	37647.999	208331.75
3360.000	5.035	8.800	8.800	103222.375	65648.547	37647.999	208331.75
3380.000	7.568	8.800	8.800	103574.375	65648.547	37647.999	208331.75
3400.000	11.280	8.800	8.800	103926.375	65648.547	37647.999	208331.75
3420.000	14.686	8.800	8.800	104278.375	65648.547	37647.999	208331.75
3440.000	18.055	8.800	8.800	104630.375	65648.547	37647.999	208331.75
3460.000	25.514	8.800	8.800	104982.375	65648.547	37647.999	208331.75
3480.000	27.132	8.800	8.800	105334.375	65648.547	37647.999	208331.75
3500.000	29.139	8.800	8.800	105686.375	65648.547	37647.999	208331.75
3520.000	35.425	8.800	8.800	106038.375	65648.547	37647.999	208331.75
3540.000	38.456	8.800	8.800	106390.375	65648.547	37647.999	208331.75
3560.000	38.056	8.800	8.800	106742.375	65648.547	37647.999	208331.75

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
3580.000	37.656	8.800	8.800	107094.375	65648.547	37647.999	208331.75
3600.000	37.257	8.800	8.800	107446.375	65648.547	37647.999	208331.75
3620.000	35.391	8.800	8.800	107798.375	65648.547	37647.999	208331.75
3640.000	33.365	8.800	8.800	108150.375	65648.547	37647.999	208331.75
3660.000	31.854	8.800	8.800	108502.375	65648.547	37647.999	208331.75
3680.000	30.629	8.800	8.800	108854.375	65648.547	37647.999	208331.75
3700.000	29.468	8.800	8.800	109206.375	65648.547	37647.999	208331.75
3720.000	28.354	8.800	8.800	109558.375	65648.547	37647.999	208331.75
3740.000	27.608	8.800	8.800	109910.375	65648.547	37647.999	208331.75
3760.000	26.921	8.800	8.800	110262.375	65648.547	37647.999	208331.75
3780.000	26.623	8.800	8.800	110614.375	65648.547	37647.999	208331.75
3800.000	26.139	8.800	8.800	110966.375	65648.547	37647.999	208331.75
3820.000	25.282	8.800	8.800	111318.375	65648.547	37647.999	208331.75
3840.000	24.920	8.800	8.800	111670.375	65648.547	37647.999	208331.75
3860.000	24.716	8.800	8.800	112022.375	65648.547	37647.999	208331.75
3880.000	23.364	8.800	8.800	112374.375	65648.547	37647.999	208331.75
3900.000	21.674	8.800	8.800	112726.375	65648.547	37647.999	208331.75
3920.000	19.996	8.800	8.800	113078.375	65648.547	37647.999	208331.75
3940.000	18.337	8.800	8.800	113430.375	65648.547	37647.999	208331.75
3960.000	16.279	8.800	8.800	113782.375	65648.547	37647.999	208331.75
3973.624	15.048	8.800	8.800	114022.158	65648.547	37647.999	208331.75
3980.000	14.494	8.800	8.800	114134.375	65648.547	37647.999	208331.75
4000.000	12.659	8.800	8.800	114486.375	65648.547	37647.999	208331.75
4020.000	10.336	8.800	8.800	114838.375	65648.547	37647.999	208331.75
4040.000	7.973	8.800	8.800	115190.375	65648.547	37647.999	208331.75

4060.000	4.196	8.800	8.800	115542.375	65648.547	37647.999	208331.75
4080.000	1.316	8.800	8.800	115894.375	65648.547	37647.999	208331.75
4100.000	-0.969	8.800	8.800	116246.375	65648.547	37647.999	208331.75
4117.901	-3.085	8.800	8.800	116561.433	65648.547	37647.999	208331.75
4117.901	-3.085	15.863	14.396	116561.433	65648.547	37647.999	208331.75
4120.000	-3.295	16.122	14.606	116625.439	65712.632	37647.999	208563.94
4140.000	-5.340	18.569	16.269	117281.093	66369.450	37647.999	211445.79
4160.000	-6.862	20.225	17.628	118008.000	67098.027	37647.999	215430.50
4180.000	-8.176	21.676	18.879	118792.085	67883.977	37647.999	220381.55
4200.000	-9.498	23.083	20.096	119629.423	68723.342	37647.999	226289.96
4220.000	-11.010	25.071	21.390	120525.818	69622.279	37647.999	233329.20
4240.000	-12.773	27.291	22.790	121491.235	70591.220	37647.999	241782.37

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
4260.000	-13.907	28.191	23.792	122511.872	71615.871	37647.999	251535.61
4280.000	-14.651	28.467	24.267	123559.034	72666.848	37647.999	262063.22
4293.624	-14.900	28.501	24.660	124280.390	73390.495	37647.999	269465.22
4300.000	-15.069	28.513	24.886	124620.103	73731.124	37647.999	272974.25
4320.000	-15.181	28.503	25.298	125692.103	74805.538	37647.999	284137.13
4340.000	-15.109	28.464	25.579	126770.543	75885.856	37647.999	295413.48
4360.000	-14.746	28.051	25.476	127846.239	76962.992	37647.999	306535.24
4380.000	-13.504	26.780	24.954	128898.848	78016.644	37647.999	316988.26
4400.000	-12.814	26.272	23.856	129917.467	79036.311	37647.999	326562.57
4420.000	-12.398	25.799	23.431	130911.051	80031.135	37647.999	335576.72
4440.000	-12.297	25.762	23.369	131894.668	81015.985	37647.999	344367.72
4460.000	-12.250	26.110	23.161	132878.689	82001.547	37647.999	353140.91
4480.000	-12.219	26.415	23.006	133865.611	82990.622	37647.999	361956.22
4500.000	-12.397	26.738	23.032	134857.521	83985.211	37647.999	370848.29
4520.000	-12.758	26.764	23.230	135855.164	84985.561	37647.999	379905.39
4540.000	-12.803	26.601	23.694	136858.057	85990.594	37647.999	389127.03
4547.108	-12.990	26.361	23.832	137215.190	86348.272	37647.999	392436.66
4560.000	-12.927	26.388	23.705	137861.637	86995.601	37647.999	398447.09
4580.000	-12.341	25.812	23.142	138852.111	87987.521	37647.999	407484.19
4600.000	-11.791	25.144	22.590	139818.993	88955.825	37647.999	416019.27
4620.000	-11.131	24.768	21.741	140761.427	89899.953	37647.999	424039.22
4640.000	-10.660	25.258	21.042	141689.522	90831.055	37647.999	431640.01
4660.000	-9.196	23.802	19.990	142590.437	91735.754	37647.999	438562.63
4680.000	-8.256	22.743	19.080	143446.573	92595.641	37647.999	444538.56
4700.000	-8.314	21.740	18.781	144270.017	93422.183	37647.999	450059.87

4720.000	-9.370	22.427	20.309	145102.595	94256.442	37647.999	455951.41
4740.000	-9.746	22.795	21.133	145969.234	95123.975	37647.999	462413.97
4760.000	-10.332	23.135	21.625	146856.115	96011.448	37647.999	469254.40
4780.000	-10.197	23.161	21.399	147749.315	96905.251	37647.999	476261.04
4800.000	-9.620	22.722	20.823	148630.362	97787.064	37647.999	483003.78
4820.000	-9.197	22.353	20.244	149491.776	98649.417	37647.999	489358.03
4840.000	-8.399	21.620	19.171	150325.657	99484.609	37647.999	495234.97
4860.000	-7.501	20.694	18.208	151122.591	100283.155	37647.999	500465.15
4867.108	-7.024	20.327	17.856	151396.549	100557.692	37647.999	502151.01
4880.000	-6.229	19.661	17.025	151879.150	101041.427	37647.999	504948.42
4900.000	-5.124	18.751	15.894	152592.464	101756.871	37647.999	508681.48
4920.000	-4.545	17.954	15.416	153272.616	102439.164	37647.999	511884.96

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
4940.000	-4.441	17.316	15.432	153933.798	103101.877	37647.999	514847.19
4960.000	-3.315	16.074	14.713	154569.150	103738.096	37647.999	517445.92
4980.000	-3.526	15.777	15.449	155189.278	104358.606	37647.999	519795.55
5000.000	-4.919	17.592	16.270	155840.155	105009.843	37647.999	522610.30
5020.000	-5.900	19.540	17.119	156545.363	105716.192	37647.999	526195.66
5040.000	-7.678	21.934	17.831	157309.602	106483.428	37647.999	530728.87
5060.000	-9.042	23.772	19.048	158135.455	107314.061	37647.999	536378.64
5080.000	-9.898	24.390	19.753	159005.094	108188.782	37647.999	542851.27
5100.000	-9.846	25.618	20.537	159908.075	109097.518	37647.999	549763.13
5120.000	-10.975	25.894	21.434	160842.903	110038.648	37647.999	557121.15
5140.000	-12.062	26.256	22.583	161804.580	111004.710	37647.999	565267.63
5160.000	-12.032	25.816	22.992	162781.055	111983.475	37647.999	573874.44
5180.000	-12.506	25.486	23.826	163762.257	112965.916	37647.999	582597.19
5200.000	-13.205	26.185	24.123	164758.467	113962.930	37647.999	591774.85
5220.000	-13.388	26.742	24.125	165770.229	114975.824	37647.999	601367.65
5240.000	-13.496	27.009	23.600	166784.991	115992.484	37647.999	611076.77
5260.000	-12.471	26.756	23.639	167795.020	117004.864	37647.999	620495.65
5280.000	-12.525	25.601	24.382	168798.791	118010.017	37647.999	629561.26
5300.000	-13.082	25.667	25.346	169808.746	119020.329	37647.999	638830.64
5320.000	-14.389	26.494	26.819	170852.007	120063.974	37647.999	648916.23
5340.000	-15.843	27.115	28.413	171940.423	121153.058	37647.999	660187.36
5360.000	-16.916	27.792	29.986	173073.483	122287.020	37647.999	672701.15
5380.000	-17.881	28.693	30.427	174242.461	123456.855	37647.999	686276.53
5400.000	-18.395	29.649	30.844	175438.588	124653.493	37647.999	700622.54
5420.000	-18.909	30.343	31.211	176659.050	125874.276	37647.999	715572.05

5435.333	-19.302	30.922	31.486	177609.397	126824.854	37647.999	727414.95
5440.000	-19.422	31.093	31.569	177901.247	127116.771	37647.999	731087.19
5460.000	-19.936	31.824	31.914	179165.251	128381.051	37647.999	747194.52
5480.000	-20.450	32.586	32.221	180450.702	129666.766	37647.999	763914.75
5500.000	-20.964	33.377	32.486	181757.403	130973.744	37647.999	781259.68
5520.000	-21.490	33.597	32.529	183077.295	132295.523	37647.999	799114.50
5540.000	-21.310	33.387	33.128	184403.703	133627.864	37647.999	817165.53
5560.000	-21.130	32.677	33.179	185727.410	134956.650	37647.999	835112.02
5580.000	-20.951	32.718	32.999	187043.131	136273.755	37647.999	852849.92
5600.000	-20.771	32.774	32.819	188356.221	137587.422	37647.999	870378.36
5620.000	-20.591	32.639	32.639	189664.930	138896.211	37647.999	887695.69
5640.000	-20.411	32.459	32.459	190966.896	140198.177	37647.999	904801.75

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
5660.000	-20.231	32.279	32.279	192261.668	141492.949	37647.999	921697.63
5680.000	-20.052	32.100	32.100	193549.248	142780.529	37647.999	938384.57
5700.000	-19.872	31.920	31.920	194829.634	144060.915	37647.999	954863.67
5720.000	-19.468	31.633	31.400	196098.355	145329.646	37647.999	971007.22
5740.000	-18.747	30.887	30.748	197345.028	146576.336	37647.999	986517.86
5755.338	-18.214	30.313	30.208	198281.839	147513.160	37647.999	997874.25
5760.000	-18.053	30.139	30.048	198563.209	147794.533	37647.999	1001234.68
5780.000	-17.359	29.391	29.369	199752.684	148984.023	37647.999	1015178.42
5800.000	-16.660	28.642	28.666	200913.376	150144.730	37647.999	1028368.16
5820.000	-15.953	27.893	27.960	202044.989	151276.358	37647.999	1040824.73
5840.000	-15.241	27.143	27.253	203147.478	152378.863	37647.999	1052569.77
5860.000	-14.529	26.413	26.547	204221.033	153452.436	37647.999	1063624.98
5880.000	-13.817	25.740	25.840	205266.430	154497.849	37647.999	1074010.38
5900.000	-13.104	25.004	25.136	206283.626	155515.063	37647.999	1083741.09
5920.000	-11.976	23.800	24.090	207263.920	156495.407	37647.999	1092649.83
5940.000	-10.908	22.660	23.038	208199.794	157431.366	37647.999	1100593.83
5960.000	-9.838	21.563	22.026	209092.658	158324.328	37647.999	1107636.70
5980.000	-8.744	20.485	21.008	209943.479	159175.246	37647.999	1113841.07
6000.000	-7.680	19.430	20.124	210753.946	159985.834	37647.999	1119269.74
6020.000	-6.473	17.366	19.504	211518.192	160750.859	37647.999	1123897.85
6040.000	-5.370	16.021	18.912	212236.230	161470.847	37647.999	1127764.93
6060.000	-4.367	15.726	17.124	212914.063	162150.278	37647.999	1130975.63
6080.000	-2.466	13.957	15.310	213535.237	162772.183	37647.999	1133345.51
6100.000	-0.473	12.021	12.897	214077.095	163314.597	37647.999	1134699.21
6120.000	1.483	8.831	7.335	214487.935	163619.054	37754.711	1135127.32

6140.000	2.708	11.353	9.366	214856.771	163674.145	38069.035	1134899.76
6160.000	3.750	13.236	11.006	215306.372	163674.145	38519.543	1134194.16
6180.000	4.100	13.990	11.329	215801.978	163674.145	39016.278	1133160.28
6200.000	4.317	14.390	11.773	216316.801	163674.145	39532.392	1131985.16
6220.000	4.247	13.839	11.712	216833.948	163674.145	40050.591	1130778.82
6240.000	4.664	13.651	12.632	217352.284	163674.145	40569.428	1129511.29
6260.000	5.423	14.899	13.719	217901.280	163674.145	41118.622	1127941.95
6280.000	6.013	15.983	14.468	218491.963	163674.145	41709.582	1125984.16
6300.000	6.504	16.812	15.103	219115.625	163674.145	42333.615	1123696.25
6320.000	6.989	17.539	15.735	219767.518	163674.145	42985.931	1121102.32
6340.000	7.425	18.310	16.335	220446.707	163674.145	43665.591	1118205.37
6360.000	7.812	19.041	16.843	221151.994	163674.145	44371.431	1115021.34

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
6380.000	8.352	19.798	17.550	221884.313	163674.145	45104.355	1111506.93
6400.000	8.869	20.746	18.422	222649.480	163674.145	45870.135	1107583.62
6420.000	9.514	21.965	19.223	223453.058	163674.145	46674.430	1103185.89
6440.000	9.991	22.956	19.915	224293.660	163674.145	47515.933	1098318.63
6460.000	10.747	28.083	20.788	225211.073	163674.145	48434.336	1092537.10
6480.000	10.474	23.731	20.335	226140.439	163674.145	49364.780	1086556.60
6500.000	10.462	28.311	20.174	227065.957	163674.145	50291.664	1080684.83
6520.000	10.785	28.688	20.594	228043.632	163674.145	51270.881	1074285.07
6540.000	11.194	29.420	21.214	229042.791	163674.145	52271.582	1067556.72
6560.000	11.509	29.991	21.943	230068.470	163674.145	53298.764	1060475.01
6580.000	11.928	30.208	22.595	231115.840	163674.145	54347.404	1053046.07
6600.000	12.309	31.187	22.943	232185.174	163674.145	55418.043	1045251.93
6620.000	12.327	32.493	22.799	233279.403	163674.145	56514.423	1037209.76
6640.000	12.170	33.215	23.216	234396.635	163674.145	57634.997	1029087.67
6660.000	12.432	35.037	23.555	235546.867	163674.145	58789.813	1020668.70
6666.393	13.004	36.001	23.772	235925.223	163674.145	59169.914	1017826.57
6680.000	14.278	41.585	28.582	236809.272	163674.145	60059.945	1010841.21
6700.000	17.216	55.887	28.351	238353.324	163674.145	61621.670	996148.61
6720.000	15.338	61.362	22.710	240036.428	163674.145	63338.829	978586.71
6740.000	10.863	54.862	20.808	241633.858	163674.145	64979.475	964962.86
6760.000	9.934	29.959	19.483	242884.984	163674.145	66254.338	957020.00
6780.000	9.269	21.948	18.518	243784.062	163674.145	67156.937	951868.47
6800.000	8.930	21.381	18.140	244583.936	163674.145	67958.048	947534.10
6820.000	9.361	21.923	18.509	245383.473	163674.145	68758.871	943193.72
6840.000	9.855	21.892	19.304	246199.756	163674.145	69576.255	938549.92

6860.000	10.051	22.182	20.157	247035.114	163674.145	70412.266	933609.27
6880.000	10.186	22.475	20.506	247888.322	163674.145	71265.919	928473.87
6900.000	10.233	22.640	20.473	248749.262	163674.145	72127.301	923254.75
6920.000	10.200	22.598	20.522	249611.588	163674.145	72990.092	918026.33
6940.000	10.272	22.644	20.621	250475.435	163674.145	73854.372	912780.31
6960.000	10.058	22.302	20.317	251334.284	163674.145	74713.637	907598.12
6980.000	9.532	21.572	19.521	252171.406	163674.145	75551.192	902723.39
6986.398	9.416	21.282	19.359	252432.871	163674.145	75812.795	901250.13
7000.000	8.996	20.604	18.840	252977.532	163674.145	76357.713	898267.38
7020.000	8.571	19.946	18.508	253756.520	163674.145	77137.005	894199.15
7040.000	8.638	19.442	19.340	254528.887	163674.145	77909.567	890261.61
7060.000	9.039	19.783	20.928	255323.826	163674.145	78704.757	886083.67

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
7080.000	9.987	20.259	22.073	256154.260	163674.145	79535.658	881368.49
7100.000	11.002	21.357	23.644	257027.592	163674.145	80409.551	875914.94
7120.000	11.844	22.753	29.362	257998.752	163674.145	81381.287	869225.60
7140.000	12.604	24.751	30.798	259075.383	163674.145	82458.579	861243.83
7160.000	13.317	28.676	32.072	260238.346	163674.145	83622.333	852100.82
7180.000	14.029	8.800	8.800	261021.824	163674.145	84230.237	847187.38
7200.000	14.771	8.800	8.800	261373.824	163674.145	84230.237	847187.38
7200.646	14.797	8.800	8.800	261385.194	163674.145	84230.237	847187.38
7220.000	15.993	8.800	8.800	261725.824	163674.145	84230.237	847187.38
7240.000	17.216	8.800	8.800	262077.824	163674.145	84230.237	847187.38
7260.000	18.597	8.800	8.800	262429.824	163674.145	84230.237	847187.38
7280.000	20.024	8.800	8.800	262781.824	163674.145	84230.237	847187.38
7300.000	21.436	8.800	8.800	263133.824	163674.145	84230.237	847187.38
7320.000	22.847	8.800	8.800	263485.824	163674.145	84230.237	847187.38
7340.000	26.157	8.800	8.800	263837.824	163674.145	84230.237	847187.38
7360.000	28.699	8.800	8.800	264189.824	163674.145	84230.237	847187.38
7380.000	30.403	8.800	8.800	264541.824	163674.145	84230.237	847187.38
7400.000	32.666	8.800	8.800	264893.824	163674.145	84230.237	847187.38
7420.000	35.204	8.800	8.800	265245.824	163674.145	84230.237	847187.38
7440.000	39.336	8.800	8.800	265597.824	163674.145	84230.237	847187.38
7460.000	44.407	8.800	8.800	265949.824	163674.145	84230.237	847187.38
7480.000	45.885	8.800	8.800	266301.824	163674.145	84230.237	847187.38
7500.000	41.368	8.800	8.800	266653.824	163674.145	84230.237	847187.38
7520.000	28.932	8.800	8.800	267005.824	163674.145	84230.237	847187.38
7540.000	19.065	8.800	8.800	267357.824	163674.145	84230.237	847187.38

7560.000	16.110	8.800	8.800	267709.824	163674.145	84230.237	847187.38
7569.495	14.851	8.800	8.800	267876.936	163674.145	84230.237	847187.38
7580.000	13.653	23.580	31.652	268259.487	163674.145	84520.988	844799.33
7600.000	11.798	21.440	24.791	269274.119	163674.145	85537.805	836943.02
7620.000	10.035	19.532	20.806	270139.806	163674.145	86404.920	831204.01
7640.000	8.174	17.762	18.101	270901.814	163674.145	87167.520	827027.87
7660.000	6.376	15.690	15.324	271570.590	163674.145	87836.496	824124.58
7680.000	4.572	13.253	12.583	272139.098	163674.145	88405.149	822319.47
7700.000	2.777	10.629	10.033	272604.088	163674.145	88870.248	821433.24
7720.000	1.330	8.223	7.386	272966.806	163815.220	89091.977	821219.53
7740.000	-0.159	11.926	12.016	273362.318	164195.772	89107.040	821580.90
7760.000	-1.074	13.381	12.491	273860.452	164694.168	89107.040	822473.26

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
7780.000	-1.347	14.241	12.746	274389.037	165223.378	89107.040	823669.48
7800.000	-1.914	14.822	13.184	274938.966	165774.209	89107.040	825088.72
7820.000	-2.278	15.460	13.348	275507.106	166343.603	89107.040	826741.62
7840.000	-2.590	16.066	13.509	276090.930	166929.305	89107.040	828581.60
7860.000	-3.426	16.354	13.832	276688.522	167529.435	89107.040	830699.03
7880.000	-4.143	16.562	13.967	277295.658	168140.058	89107.040	833117.96
7900.000	-3.568	16.754	13.353	277902.021	168751.330	89107.040	835569.97
7920.000	-2.290	16.588	12.649	278495.474	169350.287	89107.040	837665.40
7940.000	-1.581	15.613	12.078	279064.760	169924.469	89107.040	839292.51
7960.000	-0.951	14.788	11.619	279605.744	170469.595	89107.040	840571.39
7980.000	-0.108	13.703	11.140	280118.245	170985.332	89107.040	841506.89
8000.000	0.415	12.790	7.191	280566.486	171435.705	89107.040	842105.46
8020.000	0.888	12.111	8.444	280971.852	171842.528	89107.040	842468.27
8040.000	1.312	11.488	9.210	281384.376	172162.728	89200.548	842659.75
8060.000	1.861	7.993	9.911	281770.387	172305.479	89444.677	842644.39
8080.000	2.414	9.272	10.509	282147.241	172334.247	89793.312	842404.18
8100.000	2.802	9.672	11.200	282553.777	172334.247	90200.296	841986.39
8120.000	2.636	9.541	10.830	282966.215	172334.247	90613.164	841528.43
8140.000	2.755	9.847	10.883	283377.230	172334.247	91024.476	841080.82
8160.000	3.133	10.581	11.317	283803.509	172334.247	91450.927	840528.26
8180.000	3.754	11.636	12.073	284259.586	172334.247	91907.080	839755.51
8200.000	4.842	13.046	14.213	284769.266	172334.247	92416.907	838559.45
8220.000	7.002	15.995	17.778	285379.576	172334.247	93027.587	836420.57
8240.000	9.074	18.910	22.449	286130.893	172334.247	93780.063	832806.94
8260.000	15.206	29.750	34.552	287187.502	172334.247	94838.962	824811.51

8280.000	21.801	32.701	50.744	288664.966	172334.247	96330.212	808080.96
8300.000	16.396	30.055	61.466	290414.617	172334.247	98107.415	787462.54
8320.000	13.665	27.969	39.946	292008.972	172334.247	99722.740	772510.96
8340.000	12.359	22.519	31.484	293228.153	172334.247	100948.784	763221.99
8360.000	11.225	21.290	29.917	294280.248	172334.247	102002.898	755726.72
8380.000	10.475	20.806	28.635	295286.718	172334.247	103011.088	749026.16
8400.000	10.270	20.414	23.518	296220.448	172334.247	103946.083	743143.24
8420.000	10.167	20.131	23.404	297095.120	172334.247	104821.862	737855.77
8440.000	10.158	20.000	23.260	297963.067	172334.247	105691.025	732635.71
8460.000	9.449	19.884	21.106	298805.560	172334.247	106534.488	727672.01
8480.000	8.320	18.455	18.734	299587.345	172334.247	107316.735	723471.00
8500.000	6.525	16.266	16.275	300284.655	172334.247	108014.217	720380.62

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
8520.000	4.295	12.569	12.991	300865.669	172334.247	108595.304	718532.36
8540.000	2.162	9.150	9.719	301309.958	172334.247	109039.672	717816.51
8560.000	-0.000	12.156	11.864	301738.852	172574.478	109228.405	718023.34
8580.000	-2.317	14.401	14.140	302264.463	173100.167	109228.405	719213.23
8600.000	-4.998	17.655	16.328	302889.705	173725.796	109228.405	721718.57
8620.000	-6.745	19.482	18.221	303606.568	174443.227	109228.405	725565.63
8640.000	-7.735	20.643	18.884	304378.875	175216.178	109228.405	730314.71
8660.000	-8.330	21.583	19.134	305181.318	176019.787	109228.405	735611.27
8680.000	-8.500	21.888	19.124	305998.604	176838.796	109228.405	741194.26
8700.000	-8.406	21.666	18.937	306814.747	177656.942	109228.405	746805.85
8720.000	-8.163	21.396	18.716	307621.894	178466.099	109228.405	752281.66
8740.000	-7.583	21.059	18.387	308417.472	179264.028	109228.405	757474.69
8760.000	-6.778	19.950	17.813	309189.553	180038.082	109228.405	762194.33
8780.000	-6.195	19.220	17.381	309933.180	180782.775	109228.405	766434.19
8800.000	-5.846	18.752	17.158	310658.280	181508.693	109228.405	770363.30
8820.000	-5.614	18.464	17.000	311372.020	182223.091	109228.405	774105.65
8840.000	-5.505	18.222	17.018	312079.063	182930.645	109228.405	777740.18
8860.000	-5.551	18.156	17.165	312784.668	183636.598	109228.405	781352.64
8880.000	-5.696	18.154	17.329	313492.699	184344.880	109228.405	785021.80
8900.000	-5.904	18.434	17.438	314206.244	185058.681	109228.405	788796.17
8920.000	-6.143	18.676	17.619	314927.908	185780.654	109228.405	792704.85
8940.000	-6.385	18.899	17.801	315657.850	186510.945	109228.405	796759.31
8960.000	-6.622	19.198	18.053	316397.353	187250.833	109228.405	800967.18
8980.000	-6.927	19.493	18.632	317151.112	188004.906	109228.405	805380.53
9000.000	-7.484	19.890	19.118	317922.439	188776.436	109228.405	810100.50

9020.000	-8.096	20.577	19.821	318716.495	189570.653	109228.405	815228.82
9040.000	-8.952	21.375	20.746	319541.676	190395.977	109228.405	820916.31
9060.000	-9.936	22.100	21.697	320400.845	191255.286	109228.405	827289.01
9080.000	-10.902	22.825	22.660	321293.669	192148.246	109228.405	834388.26
9100.000	-11.396	23.445	23.445	322217.418	193072.061	109228.405	842089.19
9120.000	-11.022	23.070	23.070	323147.722	194002.365	109228.405	849862.15
9140.000	-10.661	22.710	22.710	324063.324	194917.967	109228.405	857329.75
9160.000	-10.314	22.362	22.362	324964.756	195819.399	109228.405	864507.66
9160.627	-10.303	22.351	22.351	324992.791	195847.434	109228.405	864728.13
9180.000	-9.979	22.028	22.028	325852.545	196707.188	109228.405	871410.89
9200.000	-9.658	21.707	21.707	326727.233	197581.876	109228.405	878054.34
9220.000	-9.351	21.399	21.399	327589.349	198443.992	109228.405	884452.12

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
9240.000	-9.057	21.105	21.105	328439.427	199294.070	109228.405	890617.97
9260.000	-8.776	20.824	20.824	329277.999	200132.642	109228.405	896565.20
9280.000	-8.508	20.556	20.556	330105.599	200960.242	109228.405	902306.73
9300.000	-8.254	20.302	20.302	330922.761	201777.404	109228.405	907855.09
9320.000	-8.013	20.061	20.061	331730.018	202584.661	109228.405	913222.40
9340.000	-7.785	19.833	19.833	332527.903	203382.546	109228.405	918420.44
9360.000	-7.571	19.619	19.619	333316.949	204171.592	109228.405	923460.66
9380.000	-7.370	19.418	19.418	334097.689	204952.332	109228.405	928354.19
9400.000	-7.182	19.230	19.230	334870.657	205725.300	109228.405	933111.84
9420.000	-7.008	19.056	19.056	335636.387	206491.030	109228.405	937744.17
9440.000	-6.847	18.895	18.895	336395.411	207250.054	109228.405	942261.45
9460.000	-6.700	18.747	18.089	337141.681	207996.562	109228.405	946644.85
9480.000	-6.080	18.311	17.241	337865.567	208721.016	109228.405	950725.00
9480.632	-6.071	18.285	17.194	337888.013	208743.483	109228.405	950846.62
9500.000	-5.468	17.504	16.882	338564.586	209420.524	109228.405	954391.60
9520.000	-4.688	16.711	16.478	339240.341	210096.448	109228.405	957655.55
9540.000	-3.899	15.924	15.866	339890.134	210746.276	109228.405	960481.35
9560.000	-3.122	15.148	15.156	340511.073	211367.222	109228.405	962871.25
9580.000	-2.359	14.385	14.429	341102.244	211958.396	109228.405	964845.22
9600.000	-1.609	13.635	13.687	341663.594	212519.747	109228.405	966427.60
9620.000	-0.935	12.972	12.997	342196.499	213052.653	109228.405	967659.10
9640.000	-0.572	12.594	12.656	342708.682	213564.838	109228.405	968644.59
9660.000	-0.219	12.233	12.237	343205.877	214062.055	109228.405	969468.41
9680.000	0.106	11.920	11.821	343687.989	214544.224	109228.405	970142.14
9700.000	0.366	11.596	11.421	344155.569	215011.896	109228.405	970673.66

9720.000	0.631	11.295	11.039	344609.082	215465.536	109228.405	971071.04
9740.000	1.590	7.834	9.034	345001.105	215732.784	109353.354	971219.59
9760.000	2.044	8.777	9.755	345355.104	215777.600	109662.752	971106.65
9780.000	2.479	9.403	10.447	345738.922	215778.581	110045.823	970832.44
9800.000	2.897	9.996	11.111	346148.498	215778.581	110455.652	970389.02
9820.000	3.297	10.564	11.663	346581.846	215778.581	110889.266	969773.45
9840.000	3.505	11.106	11.071	347025.888	215778.581	111333.528	969045.96
9860.000	3.088	11.179	10.464	347464.088	215778.581	111771.865	968365.66
9880.000	2.660	10.517	9.842	347884.111	215778.581	112191.990	967847.67
9900.000	2.324	9.840	9.490	348281.000	215778.581	112588.943	967486.78
9920.000	2.481	10.033	9.767	348672.298	215778.581	112980.263	967162.53
9940.000	2.648	10.323	9.966	349073.185	215778.581	113381.172	966774.51

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
9960.000	2.673	10.681	9.952	349482.397	215778.581	113790.463	966338.55
9980.000	2.858	11.016	9.899	349897.868	215778.581	114206.132	965858.82
10000.000	2.997	11.293	9.928	350319.216	215778.581	114627.815	965323.05
10020.000	3.014	11.530	9.980	350746.518	215778.581	115055.571	964749.45
10040.000	3.112	11.600	10.405	351181.665	215778.581	115491.133	964143.05
10060.000	3.437	11.783	10.954	351629.083	215778.581	115938.784	963447.21
10080.000	3.793	12.298	11.472	352094.150	215778.581	116403.987	962601.04
10100.000	4.122	12.796	11.906	352578.865	215778.581	116888.852	961599.08
10120.000	4.290	13.185	12.039	353078.117	215778.581	117388.307	960478.22
10140.000	4.375	13.375	12.217	353586.275	215778.581	117896.703	959284.67
10160.000	4.481	13.490	12.425	354101.354	215778.581	118411.997	958037.47
10180.000	4.604	14.078	12.675	354628.041	215778.581	118938.986	956718.48
10200.000	5.257	15.281	13.402	355182.399	215778.581	119493.877	955175.87
10220.000	6.164	16.630	15.499	355790.513	215778.581	120102.566	953147.52
10240.000	7.332	17.948	17.774	356469.022	215778.581	120781.490	950430.23
10260.000	8.497	19.163	19.402	357211.895	215778.581	121524.600	946936.06
10280.000	9.193	20.055	20.381	358001.904	215778.581	122314.808	942790.98
10300.000	9.837	21.033	21.442	358831.018	215778.581	123144.269	938139.24
10320.000	10.359	21.708	22.458	359697.441	215778.581	124011.162	932995.94
10340.000	10.702	22.061	23.494	360594.656	215778.581	124908.906	927399.60
10360.000	11.057	22.240	27.880	361551.401	215778.581	125866.138	921045.53
10380.000	11.289	22.229	27.916	362554.048	215778.581	126869.131	914110.67
10400.000	11.310	22.423	27.950	363559.234	215778.581	127874.569	907116.35
10420.000	11.332	22.355	27.981	364566.333	215778.581	128881.914	900091.61
10440.000	11.359	22.129	28.010	365571.078	215778.581	129886.996	893061.27

10460.000	11.390	21.554	28.038	366568.383	215778.581	130885.000	886046.88
10480.000	11.407	20.703	28.066	367551.999	215778.581	131870.138	879094.17
10500.000	11.375	20.216	28.094	368522.792	215778.581	132843.174	872264.88
10520.000	11.205	19.937	28.122	369486.484	215778.581	133809.344	865599.62
10540.000	10.555	19.716	28.149	370445.727	215778.581	134771.118	859112.04
10560.000	10.308	19.980	28.176	371405.935	215778.581	135733.723	852782.18
10580.000	10.531	20.645	28.201	372375.942	215778.581	136705.741	846467.42
10600.000	11.336	21.526	23.729	373316.950	215778.581	137648.041	840251.20
10620.000	12.089	22.434	28.664	374280.491	215778.581	138612.406	833439.92
10640.000	12.516	23.505	29.378	375320.303	215778.581	139652.864	825645.72
10660.000	12.914	23.771	30.056	376387.407	215778.581	140720.554	817418.51
10680.000	13.272	23.617	30.597	377467.813	215778.581	141802.026	808836.29

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
10695.230	13.467	23.399	30.729	378292.828	215778.581	142628.463	802122.91
10700.000	13.476	23.558	30.754	378551.455	215778.581	142887.656	799998.17
10720.000	13.703	27.955	31.681	379690.928	215778.581	144029.581	790477.60
10740.000	14.524	28.891	32.573	380901.921	215778.581	145242.629	780027.84
10760.000	14.782	29.613	32.528	382137.973	215778.581	146480.146	769082.54
10780.000	14.931	29.913	32.383	383382.352	215778.581	147725.862	757909.30
10800.000	15.034	29.884	32.057	384624.723	215778.581	148969.989	746619.38
10820.000	15.110	29.857	31.590	385858.602	215778.581	150206.494	735241.72
10840.000	15.156	30.288	31.238	387088.337	215778.581	151439.245	723813.55
10860.000	15.149	30.759	31.211	388323.297	215778.581	152676.933	712385.51
10880.000	15.020	31.228	31.388	389569.153	215778.581	153925.103	700980.81
10900.000	14.707	31.692	31.554	390827.770	215778.581	155185.598	689586.29
10920.000	14.693	32.164	31.600	392097.864	215778.581	156457.131	678179.03
10940.000	14.811	32.709	31.030	393372.884	215778.581	157733.179	666774.43
10960.000	14.459	33.159	30.089	394642.751	215778.581	159003.900	655580.34
10980.000	14.286	33.214	29.887	395906.248	215778.581	160268.237	644664.92
11000.000	14.041	32.674	29.727	397161.276	215778.581	161524.021	633956.95
11015.235	13.881	32.263	29.472	398106.891	215778.581	162470.160	625955.95
11020.000	13.812	32.135	29.234	398400.187	215778.581	162763.621	623486.10
11040.000	13.062	31.595	28.069	399610.508	215778.581	163974.779	613562.13
11060.000	12.260	30.367	23.521	400746.024	215778.581	165111.114	604816.29
11080.000	11.850	29.148	23.396	401810.346	215778.581	166175.921	597070.59
11100.000	11.774	28.537	23.545	402856.617	215778.581	167222.382	589574.76
11120.000	11.849	28.382	27.864	403939.901	215778.581	168305.731	581683.86
11140.000	12.057	28.421	28.192	405068.491	215778.581	169434.344	573272.46

11160.000	12.265	28.637	28.546	406206.449	215778.581	170572.313	564687.75
11180.000	12.350	29.162	28.676	407356.653	215778.581	171722.642	555940.82
11200.000	12.479	29.089	28.845	408514.371	215778.581	172880.592	547040.30
11220.000	12.739	29.017	29.003	409673.912	215778.581	174040.350	538008.03
11240.000	12.690	28.944	29.157	410835.127	215778.581	175201.757	528903.67
11260.000	12.641	28.872	29.413	411998.986	215778.581	176365.714	519802.26
11280.000	12.593	28.799	29.339	413163.211	215778.581	177529.961	510751.27
11300.000	12.544	28.727	29.265	414324.511	215778.581	178691.284	501749.11
11320.000	12.495	28.654	29.191	415482.886	215778.581	179849.681	492795.70
11340.000	12.328	28.146	29.117	416633.969	215778.581	181000.813	483949.02
11360.000	11.899	23.584	28.562	417728.059	215778.581	182094.982	475794.03
11380.000	11.464	22.943	27.896	418757.910	215778.581	183124.914	468454.94

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
11400.000	11.080	22.364	23.241	419722.353	215778.581	184089.434	461898.83
11420.000	10.725	21.827	22.713	420623.807	215778.581	184990.965	456079.15
11429.985	10.513	21.514	22.409	421065.459	215778.581	185432.656	453299.91
11440.000	10.351	21.267	22.159	421502.860	215778.581	185870.097	450594.48
11460.000	10.046	20.819	21.692	422362.229	215778.581	186729.547	445394.02
11480.000	9.805	20.447	21.361	423205.415	215778.581	187572.817	440424.94
11500.000	9.469	19.934	20.848	424031.316	215778.581	188398.808	435695.91
11520.000	9.148	19.463	20.355	424837.320	215778.581	189204.902	431236.08
11540.000	8.818	19.031	19.852	425624.330	215778.581	189991.996	427034.06
11560.000	8.839	19.153	19.728	426401.961	215778.581	190769.685	422954.27
11580.000	8.920	19.275	19.850	427182.017	215778.581	191549.779	418836.52
11600.000	9.003	19.399	19.974	427966.998	215778.581	192334.797	414654.55
11620.000	8.844	19.661	19.444	428751.775	215778.581	193119.600	410491.07
11640.000	8.722	19.612	18.904	429527.989	215778.581	193895.870	406445.24
11660.000	8.665	19.562	18.365	430292.426	215778.581	194660.485	402507.59
11680.000	8.600	19.512	17.825	431045.072	215778.581	195413.602	398650.36
11700.000	8.523	19.458	17.286	431785.883	215778.581	196155.272	394879.34
11720.000	8.427	19.403	17.009	432517.435	215778.581	196887.889	391202.68
11740.000	8.295	19.346	16.995	433244.952	215778.581	197616.467	387618.20
11749.990	8.172	19.315	17.020	433607.968	215778.581	197979.986	385860.68
11760.000	7.959	19.284	17.073	433971.793	215778.581	198344.289	384119.83
11780.000	7.711	19.217	17.250	434700.024	215778.581	199073.394	380690.72
11800.000	7.664	19.137	17.451	435430.575	215778.581	199804.701	377307.85
11820.000	7.762	19.020	17.670	436163.356	215778.581	200538.111	373942.33
11840.000	7.901	18.772	17.892	436896.888	215778.581	201272.105	370559.71

11860.000	8.055	18.381	18.123	437628.556	215778.581	202003.962	367114.27
11880.000	8.209	18.597	18.341	438362.962	215778.581	202738.382	363567.23
11900.000	8.357	18.845	18.557	439106.352	215778.581	203481.782	359906.49
11920.000	8.629	19.565	18.770	439863.713	215778.581	204239.192	356078.65
11940.000	9.841	21.089	20.303	440660.984	215778.581	205036.604	351668.69
11960.000	11.046	21.510	21.751	441507.518	215778.581	205883.726	346352.45
11980.000	11.714	20.857	23.375	442382.446	215778.581	206760.512	340370.82
12000.000	11.128	18.998	28.190	443296.651	215778.581	207678.551	333980.76
12020.000	9.601	16.810	23.651	444173.141	215778.581	208560.865	328297.05
12040.000	8.488	16.573	22.677	444970.247	215778.581	209363.503	323915.80
12060.000	8.910	17.855	21.493	445756.230	215778.581	210152.407	319845.60
12080.000	8.353	17.005	20.790	446527.664	215778.581	210925.430	315875.67

P.K. PERFIL	COTA ROJA	ANCHO IZQUDA.	ANCHO DERCHA.	AREA OCUPADA	DESBR DESMON.	DESBR TERRAP.	VOLUMENES
12100.000	8.805	17.215	21.640	447294.168	215778.581	211693.953	311935.39
12120.000	8.606	17.402	21.700	448073.738	215778.581	212475.772	307864.90
12140.000	9.079	18.602	21.782	448868.601	215778.581	213272.291	303678.95
12160.000	9.865	21.900	22.681	449718.257	215778.581	214123.424	298929.42
12180.000	11.546	21.893	23.671	450619.712	215778.581	215026.409	293204.79
12200.000	10.653	20.474	28.502	451565.112	215778.581	215973.180	286840.38
12220.000	9.970	19.363	23.406	452482.553	215778.581	216892.207	281093.93
12240.000	9.391	18.295	22.762	453320.810	215778.581	217732.397	276269.74
12260.000	8.434	16.789	21.597	454115.242	215778.581	218529.255	272048.79
12280.000	7.175	15.328	20.429	454856.665	215778.581	219273.737	268583.27
12300.000	6.824	14.782	21.430	455576.347	215778.581	219998.202	265536.06

ANEJO Nº08: EXPROPIACIONES

ÍNDICE ANEJO NÚMERO 08: EXPROPIACIONES

1. Introducción 01

2. Términos municipales afectados 01

3. Afecciones 01

4. Expropiaciones 01

5. Presupuesto de expropiación final 02

Apéndice 01: *Expropiaciones. Banda de expropiación de 8 metros* 03

1. INTRODUCCIÓN:

El siguiente anejo ha de servir de base de partida para la tramitación del expediente de expropiación de los bienes y derechos, en conformidad con la legislación vigente, por la ejecución de las obras contenidas en el anteproyecto de referencia.

Por consiguiente, dicho anejo tiene la finalidad de definir, con toda la precisión posible, los terrenos que son estrictamente necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas en el mismo.

Para ello, se ha calculado la superficie total de los terrenos necesarios para la construcción de la alternativa elegida, aplicándose un precio medio por metro cuadrado expropiado. Se decide fijar un precio estándar por metro cuadrado para cada tipo de terreno, al ser su práctica totalidad terrenos rurales y no afectar a grandes superficies urbanizadas.

2. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:

Los terrenos afectados por el presente anteproyecto pertenecen administrativamente a los municipios de Lugo y O Corgo, todos de la provincia de Lugo, Comunidad Autónoma de Galicia. El nuevo trazado de Alta Velocidad se inicia en el punto kilométrico 0+000 en la estación de ferrocarril de Lugo y tras un recorrido de 13.895 metros, finaliza en el punto kilométrico 12+300, a una distancia aproximada de cuatro kilómetros del pueblo de O Corgo.

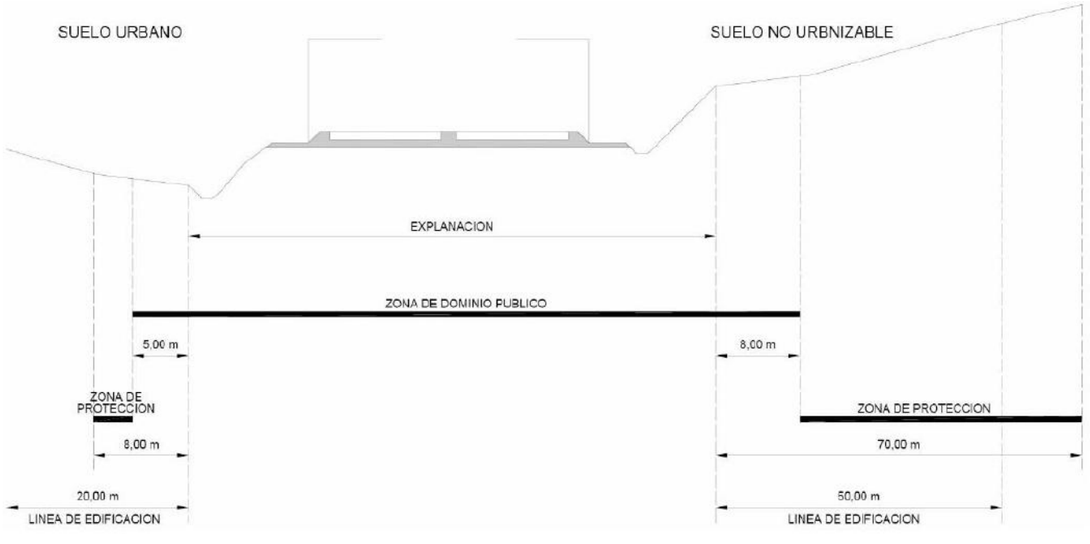
3. AFECCIONES:

TIPO DE OBRA PROYECTADA	RURAL / URBANIZADO
	EXPROPIACIÓN
Plataforma L.A.V.	8,00 metros desde arista exterior de la explanación.
Caminos de servicio y variantes	1,00 metro desde arista exterior de la explanación.
Líneas eléctricas aéreas (AT)	Arquetas de 10 x 10 metros.
Viaductos	8,00 metros desde la línea de proyección vertical del borde del viaducto sobre el terreno.

4. EXPROPIACIONES:

Se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la línea férrea, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de obras, en especial las contenidas en la Ley 38/2015, del Sector Ferroviario, relativa a las limitaciones a la propiedad.

En proyectos de plataforma, en general y como mínimo, se ha situado la línea de expropiación a ocho metros de la arista exterior de la explanación, en aquellos terrenos que ostentan la calificación de suelo rural. En el suelo contiguo al ocupado por las líneas o infraestructuras ferroviarias y clasificadas como suelo urbano por el correspondiente planeamiento urbanístico, las distancias para la protección de la infraestructura ferroviaria serán de cinco metros para la zona de dominio público y de ocho metros para la de protección, contados en todos los casos desde las aristas exteriores de explanación. Dichas distancias podrán ser reducidas siempre que se acredite la necesidad de la reducción y no se ocasione perjuicio a la regularidad, conservación y el libre tránsito del ferrocarril sin que, en ningún caso, la correspondiente a la zona de dominio público pueda ser inferior a dos metros.



La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros anteriormente expuestos afecta a una superficie de 629.548,44 m^2, de los cuales 560.298,26 m^2 (89,00 %) corresponden a terrenos catalogados como suelo rural y 69.250,18 m^2 (11,00 %) como suelos urbanizados.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en esta alternativa elegida se detalla, por municipios, en el siguiente cuadro de clases del suelo:

Término Municipal	Suelo Rural (m^2)	Suelo Urbanizado (m^2)	Total (m^2)
Lugo	321.069,85 m^2	56.659,21 m^2	**377.729,06 m^2**
O Corgo	239.228,41 m^2	12.590,97 m^2	**251.819,38 m^2**
		TOTAL	**629.548,44 m^2**

Debe significarse que existen edificaciones en suelo rural y suelo urbanizado, estando constituidas principalmente por viviendas o anexos rurales juntamente con instalaciones agropecuarias dedicadas a la estabulación de ganado.

5. PRESUPUESTO DE EXPROPIACIÓN FINAL:

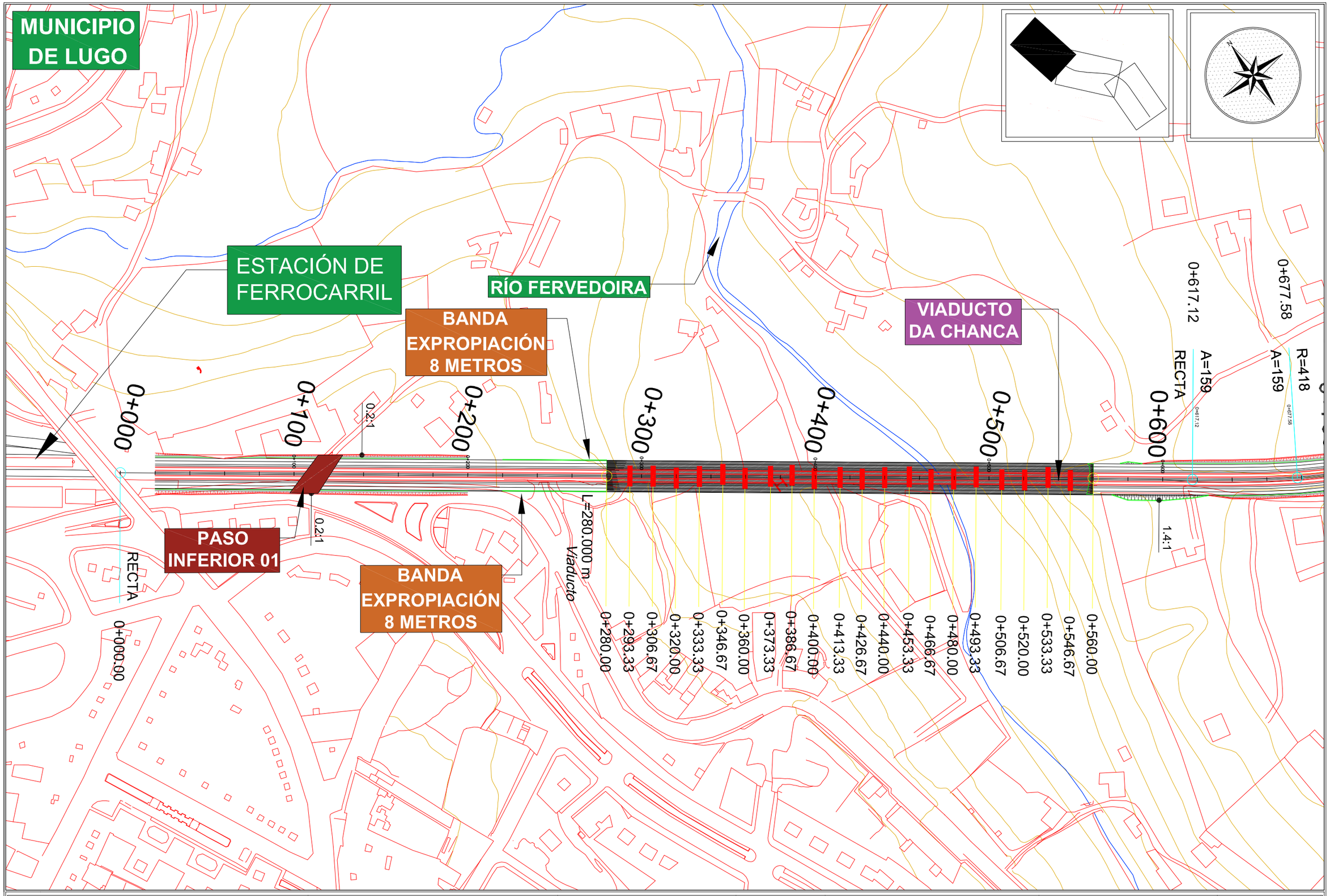
Descripción	Precio unitario (€)	Medición	Coste (€)
Suelo Rural (m^2)	5 €	560.298,26 m^2	2.801.491,30 €
Suelo Urbanizado (m^2)	50 €	69.250,18 m^2	3.462.509,00 €
Edificaciones afectadas (Ud.)	100.000€	3	300.000 €
		TOTAL	**6.564.000,30 €**

El importe final para expropiaciones asciende a un total de SEIS MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL EUROS con TREINTA CÉNTIMOS.

APÉNDICE 01: *Expropiaciones*

Tramo 1: *Estación FFCC - Louzaneta*

Banda de expropiación de 8 metros



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE LÍNEA ACTUAL	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 01 Hoja: 1 de 3

MUNICIPIO DE LUGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

PASO SUPERIOR 01

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

0+500

0+600

0+700

0+800

0+900

1+000

1+100

1+200

0+617.12

0+677.58

0+895.42

0+955.89

RECTA

A=159

R=418

A=159

RECTA

A=160

A=160

R=364

1+134.65

1+204.97

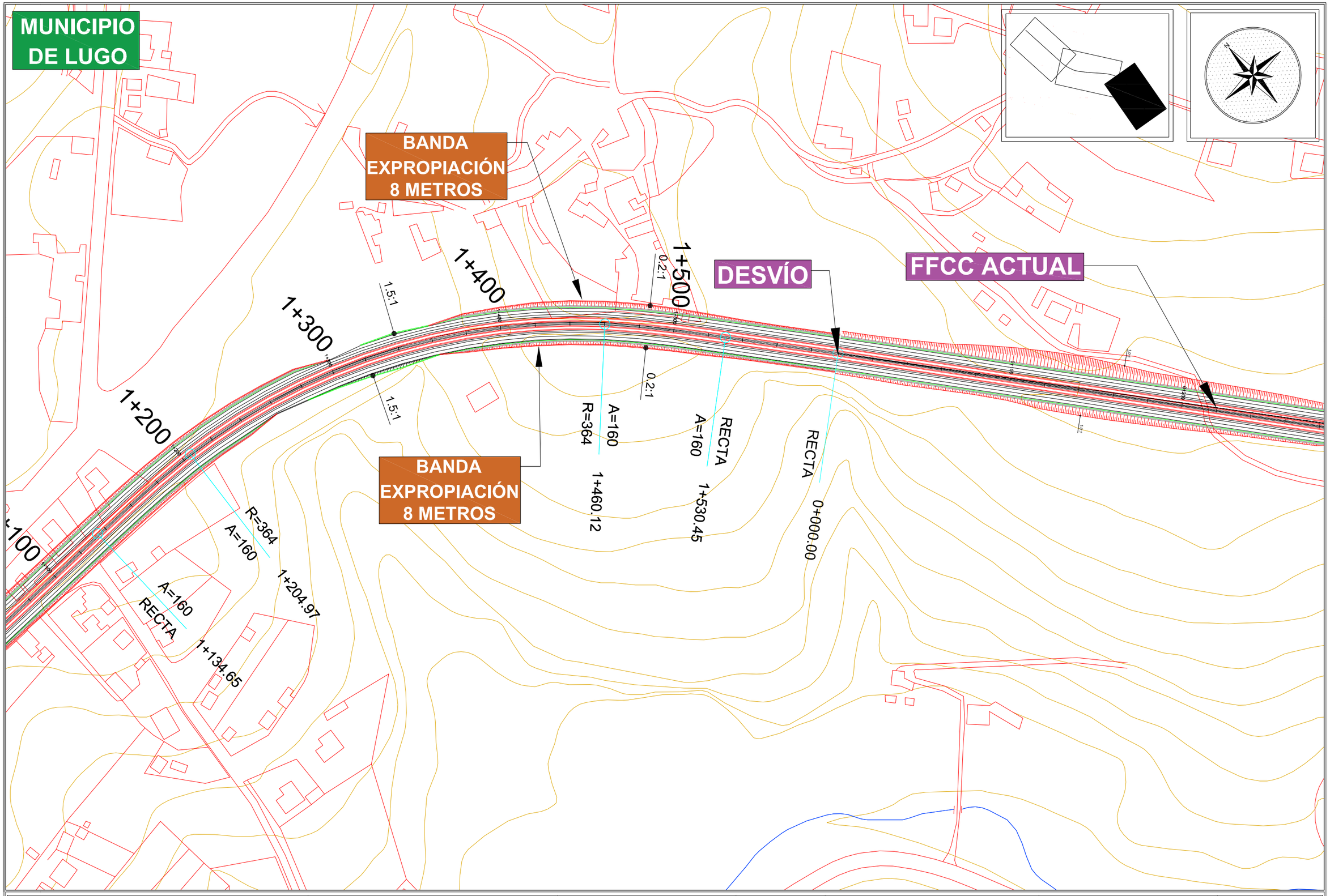
0.2:1

0.2:1

1.4:1

N

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE LÍNEA ACTUAL	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 01 Hoja: 2 de 3



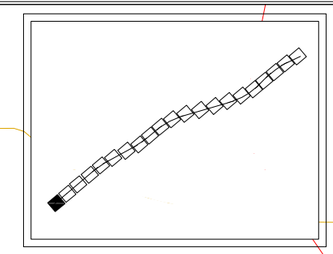
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE LÍNEA ACTUAL	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 01 Hoja: 3 de 3

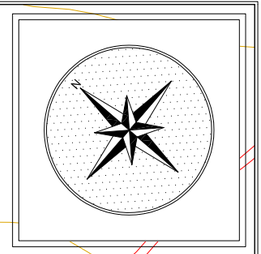
APÉNDICE 01: *Expropiaciones*

Tramo 2: *Louzaneta – O Corgo*

Banda de expropiación de 8 metros

MUNICIPIO DE LUGO





BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

DESVÍO

0+000

0+100

0+200

0+300

0+400

0+500

0+600

1.0:1

1.4:1

1.0:1

1.0:1

1.5:1

1.5:1

O.D.T.01

PASO SUPERIOR 01

PASO SUPERIOR 02

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

RECTA

0+000.00

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 1 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

0+500

0+600

0+700

0+800

0+900

1+000

1+100

1+200

1:0:1

1:5:1

PASO SUPERIOR 02

PASO INFERIOR 01

O.D.T.02

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 2 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

FFCC ACTUAL

1+100

1+200

1+300

1+400

1+500

1+600

1+700

1+800

1.5:1

PASO INFERIOR 02

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

A=1000

RECTA

1+646.99

O.D.T.03

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 3 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

FFCC ACTUAL

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

PASO SUPERIOR 03

1+800

1+900

2+000

2+100

2+200

2+300

2+400

O.D.T.03

PASO INFERIOR 03

A=1000

R=3125

1+966.99

A=1000

R=3125

2+274.84

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 4 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

PASO SUPERIOR 04

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

2+400

2+500

2+600

2+700

2+800

2+900

3+000

1.0:1

1.0:1

RECTA

A=1000

2+594.84

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 5 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

RÍO SAN MAMEDE

VIADUCTO 01

3+000

3+100

3+200

3+300

3+400

3+500

3+600

L=570.000 m

Viaducto

3+400.00

3+430.00

3+460.00

3+490.00

3+520.00

3+550.00

3+580.00

3+610.00

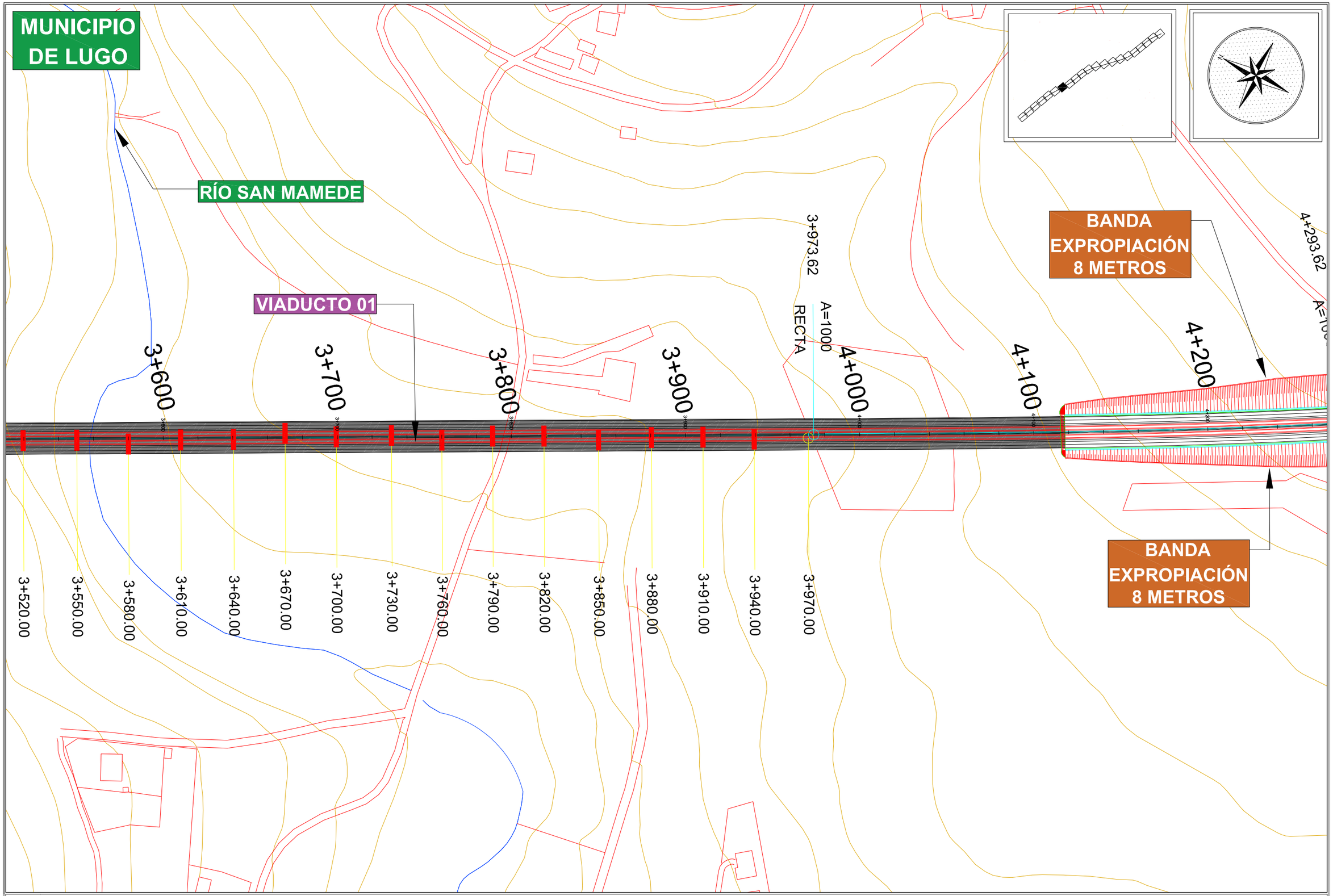
3+640.00

3+670.00

PASO SUPERIOR 05

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 6 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 7 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

AUTOVÍA A-6

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

PASO SUPERIOR 08

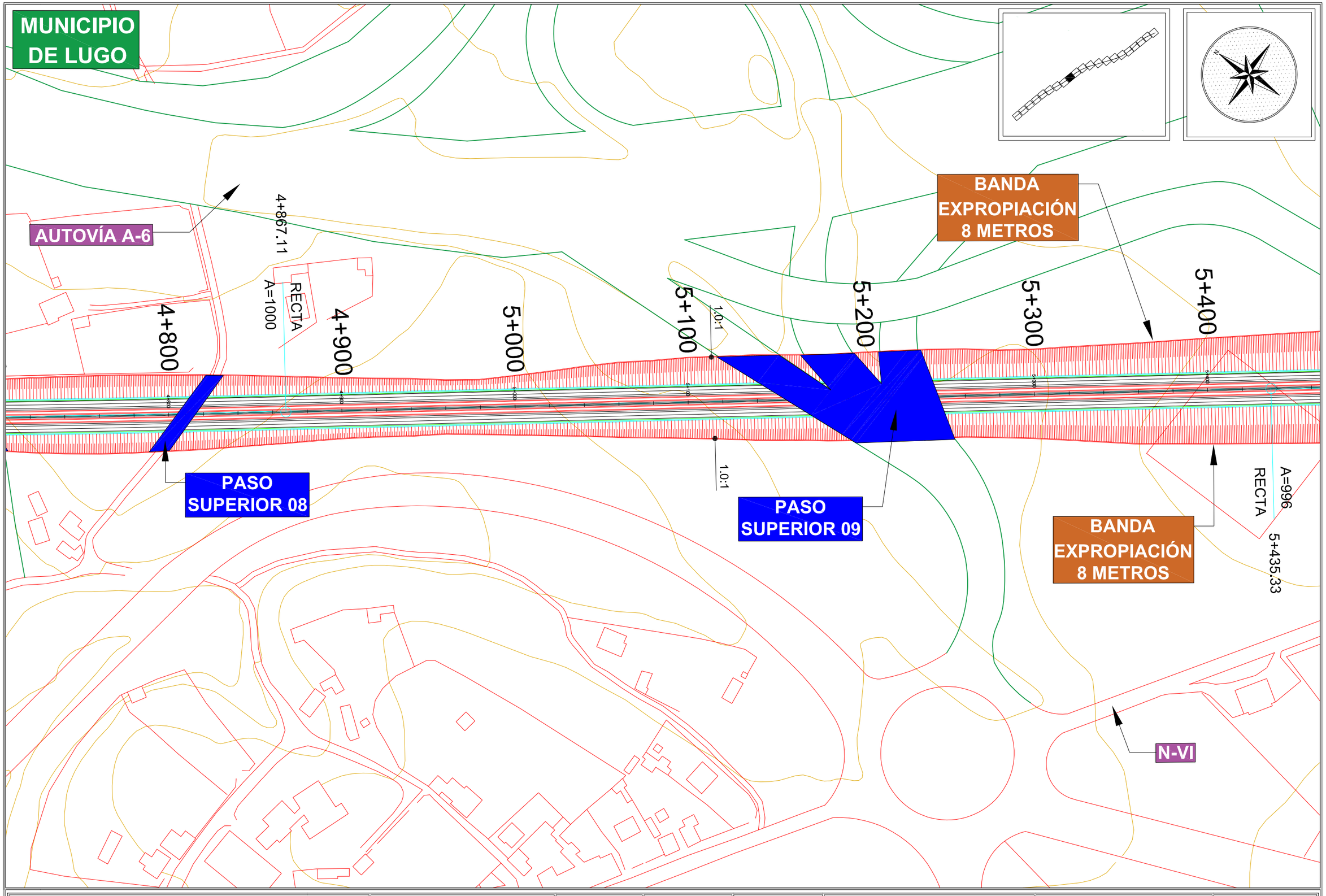
PASO SUPERIOR 06

PASO SUPERIOR 07

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

4+100
4+200
4+293.62
R=3125
A=1000
4+300
4+400
4+500
4+547.11
A=1000
R=3125
4+600
4+700
4+800
A=1000

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 8 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 9 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

5+400

5+500

5+600

5+700

5+800

5+900

6+000

RECTA

A=996

5+435,33

PASO SUPERIOR 10

N-VI

AUTOVÍA A-54

A=996

R=3100

5+755.34

PASO SUPERIOR 11

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 10 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

N-VI

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

6+000

6+100

6+200

6+300

6+400

6+500

6+600

1.5:1

1.5:1

1.5:1

PASO INFERIOR 04

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

A=996

R=3100

6+666.39

LU-546

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 11 de 21

MUNICIPIO DE LUGO

RÍO CHAMOSO

PASO INFERIOR 05

PASO INFERIOR 06

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

O.D.T.04

6+600

6+700

6+800

6+900

7+000

7+100

7+200

1.5:1

R=3100

A=996

6+666.39

RECTA

A=996

6+986.40

L=370.000 m

7+200.00

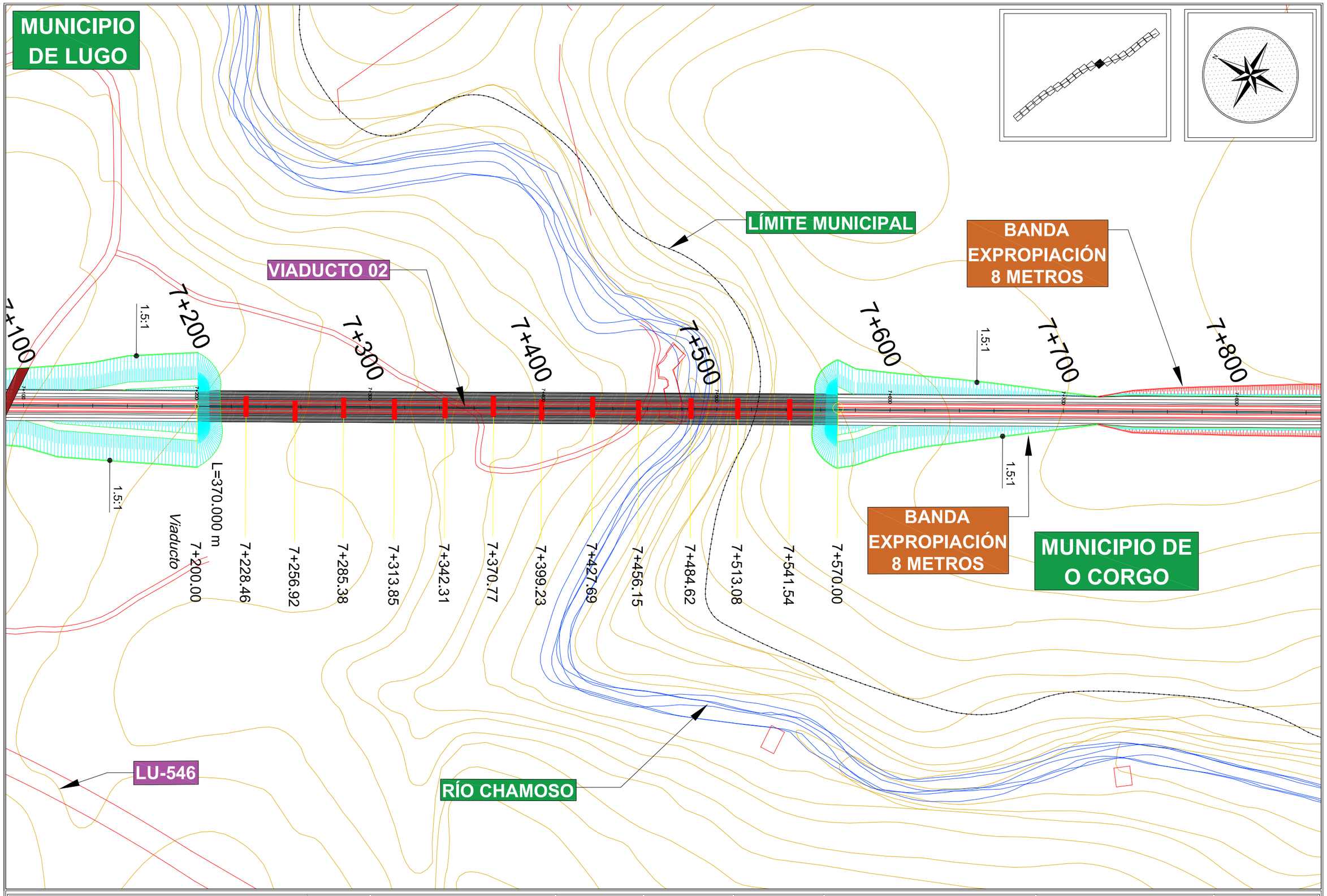
7+228.46

Viaducto

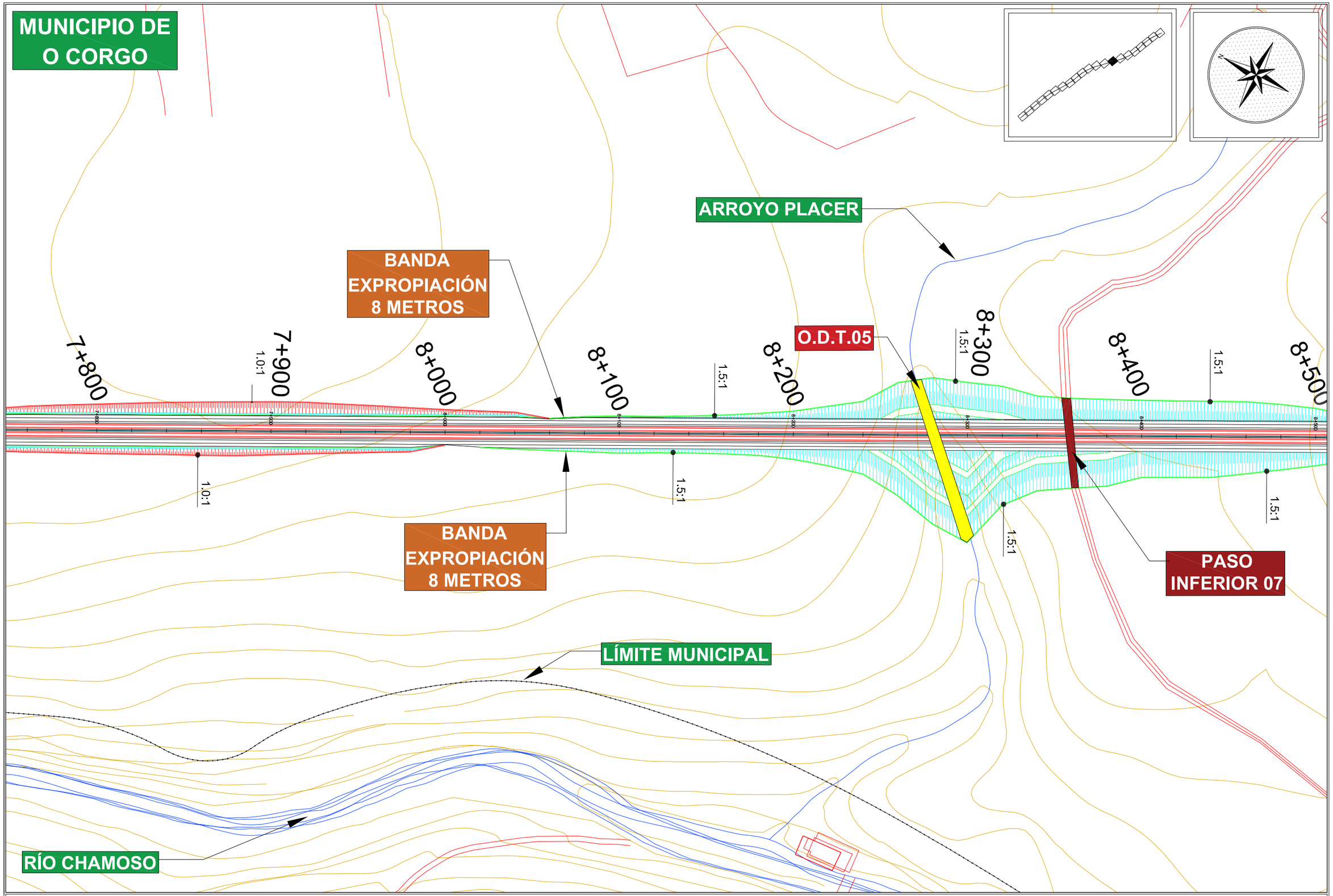
BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

LU-546

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 12 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 13 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 14 de 21

MUNICIPIO DE O CORGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

8+300

8+400

8+500

8+600

8+700

8+800

8+900

9+000

1.5:1

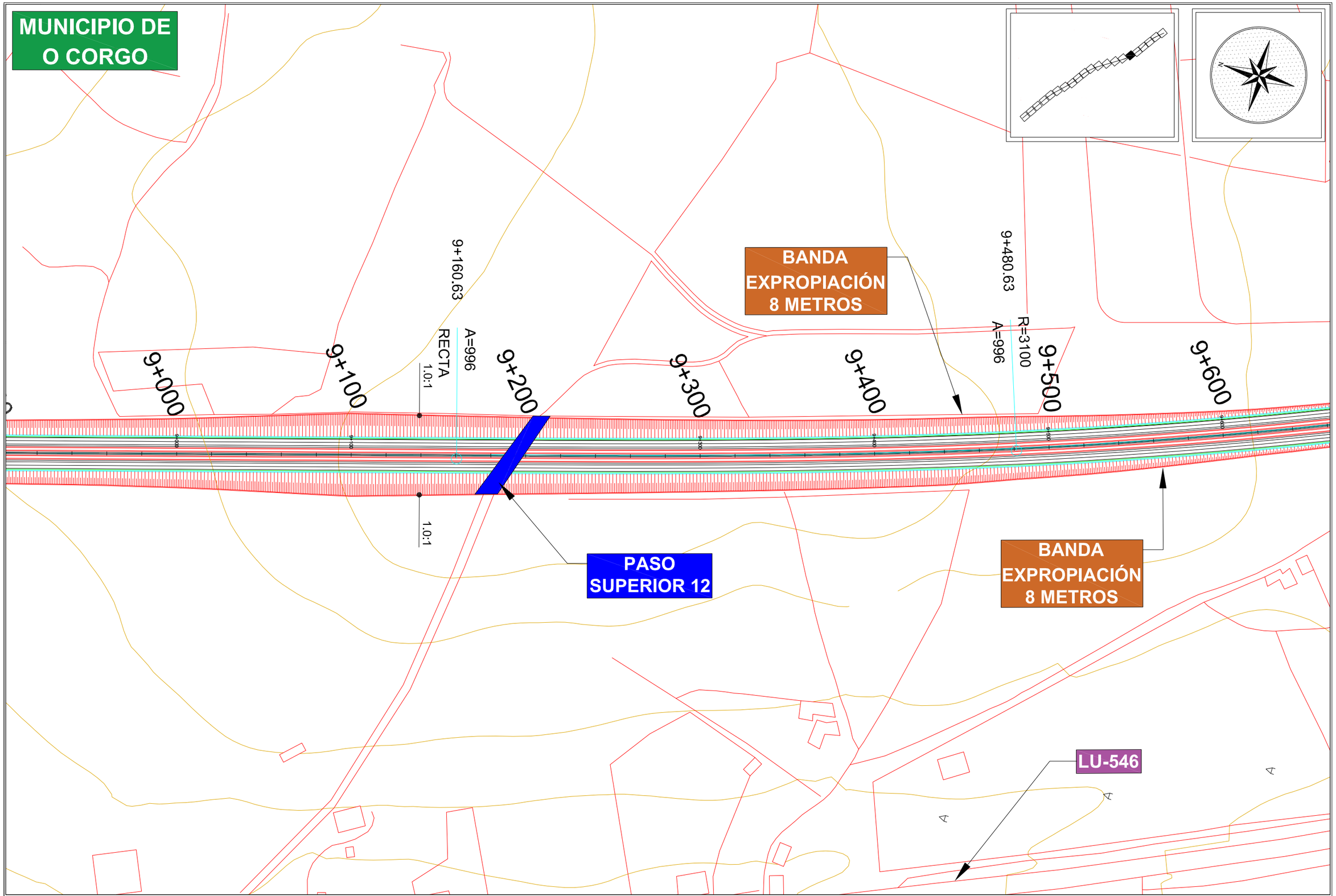
1.5:1

1.5:1

PASO INFERIOR 07

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 15 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 16 de 21

MUNICIPIO DE O CORGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

9+500

9+600

9+700

9+800

9+900

10+000

10+100

10+200

1:5:1

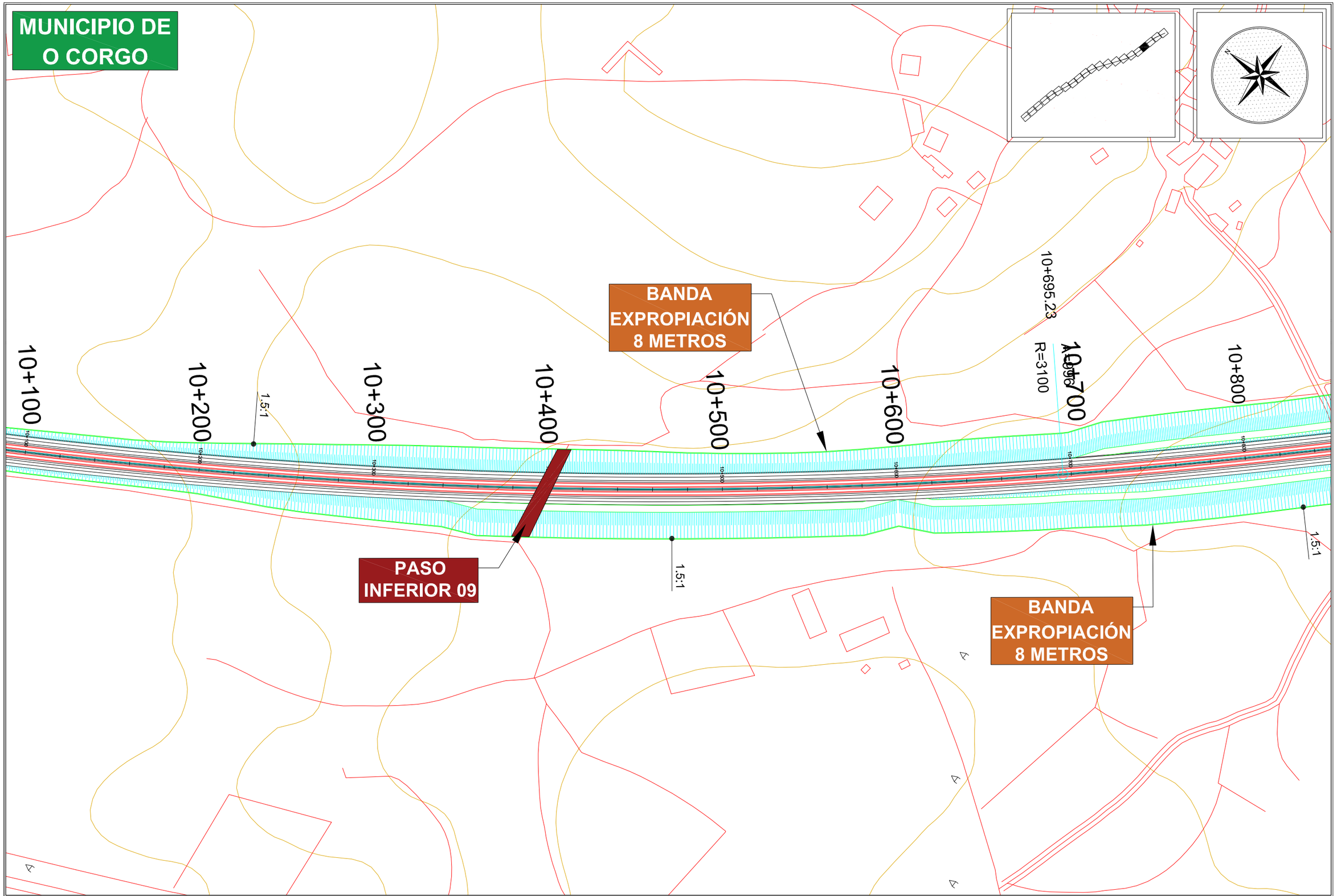
PASO INFERIOR 08

1:5:1

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

LU-546

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 17 de 21



E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 18 de 21

MUNICIPIO DE O CORGO

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

10+695.23

10+700

10+800

10+900

11+015.24

11+000

11+100

11+200

11+300

11+400

RECTA A=996

1.5:1

O.D.T.06

PASO INFERIOR 10

1.5:1

1.5:1

1.5:1

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

RECTA A=996

11+429.98

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 19 de 21

MUNICIPIO DE O CORGO

FFCC ACTUAL

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

11+400

11+500

11+600

11+700

11+800

11+900

12+000

1.5:1

1.5:1

RECTA

A=996

11+429.98

A=996

R=3100

11+749.99

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 20 de 21

MUNICIPIO DE O CORGO

L.A.T.

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

BANDA EXPROPIACIÓN 8 METROS

11+900

12+000

12+100

12+200

12+300

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de A Coruña	TÍTULO DEL PROYECTO: LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LUGO-OURENSE. TRAMO DE ACCESO A LUGO	AUTOR: HERVÉ SANCOSMED RODIL	FIRMA:	CONVOCATORIA: OCTUBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: EXPROPIACIONES TRAMO DE ALTA VELOCIDAD	ESCALA: Escala Horizontal: 1/2.000 0m 40m 80m	PLANO: 02 Hoja: 21 de 21